

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN**



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café (coffea arabica) en el color, textura y contenido de minerales en galletas dulces

Línea: Recursos, transformación y agroindustrial

Sub línea: Pos cosecha y transformación del café cacao y otros productos

Responsable: Mg. Fortunato Candelario PONCE ROSAS

Integrantes: Mg. Silvia María MURILLO BACA
MSc. Antonio OTÁROLA GAMARRA
MSc. Wuelber Joel TORRES SUAREZ
Mat. José Hernán RODRÍGUEZ HUATAY
Ing. Hugo Rómulo BUENDÍA PONCE

La Merced – Chanchamayo – Perú

2018

EQUIPO INVESTIGADOR

RESPONSABLE

Mg. Fortunato Candelario PONCE ROSAS

INTEGRANTES

Mg. Silvia María MURILLO BACA

MSc. Antonio OTÁROLA GAMARRA

MSc. Wuelber Joel TORRES SUAREZ

Mat. José Hernán RODRÍGUEZ HUATAY

Ing. Hugo Rómulo BUENDÍA PONCE

CO-INTEGRANTES

Dr. Pedro P. PELÁEZ SÁNCHEZ – UNAS

Dr. Angel D. NATIVIDAD BARDALES – UNHEVAL

Mg. Fredy ALVARADO ZAMBRANO – UNASAM

Alum.: María José FUENTES MEZA – X ciclo EFPIIA

Alum.: Sofía Lorena HERRERA CAHUANA – X ciclo EFPIIA

Alum.: Zumico Shayumy ESCALANTE VASQUEZ– X ciclo EFPIIA

Alum.: Anderson Jairo Aguilar Espinoza– X ciclo EFPIIA

RESUMEN

La investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (HT) por harina de pulpa de café (*Coffea arabica*) en el color, textura y contenido de minerales en galletas dulces. Se utilizó café cerezo variedad bourbon amarillo y catimor rojo, de los cuales se obtuvo la pulpa y las harinas. Luego se elaboró galletas dulces con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café bourbon amarillo (HPCA) y catimor rojo (HPCR) al 20 y 25 %, además de un testigo con 100 % HT. En las HPCA y HPCR se evaluó el pH, la acidez, el color y el contenido de minerales, y en las galletas se evaluó sus características físicas, fisicoquímicas, sensoriales, color, textura y el contenido de minerales. Según los resultados las harinas de pulpa de café presentan un menor pH y una mayor de acidez, además son más oscuras y presentan mayor contenido de Ca, Na, K, Fe y Zn, que la harina de trigo. Las características físicas de las galletas con harina de pulpa de café no muestran diferencias significativas frente al testigo, sin embargo, presentan menor pH y una mayor acidez, también son más oscuras, menos duras y con mayor fracturabilidad frente al testigo. La evaluación sensorial no muestra diferencias frente al testigo hasta un 20 % de sustitución logrando calificativos entre me gusta poco y me gusta. Las galletas dulces con harina de pulpa de café presentan un mayor contenido de Ca, Mg, K, Na, Cu, Mn, Zn y Fe, frente al testigo. Lo que demuestra que la harina de pulpa de café puede ser utilizado en galletas dulces hasta un 20 % de sustitución sin afectar significativamente sus características y mejorando su contenido de minerales.

Palabras clave: Café, pulpa de café, galletas, color, textura, minerales.

ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate the effect of partial replacement of wheat flour (HT) by coffee pulp flour (*Coffea arabica*) on the color, texture and mineral content of sweet cookies. Cherry coffee variety yellow bourbon and red catimor was used, from which the pulp and flours were obtained. Sweet biscuits were then made with partial replacement of wheat flour by yellow bourbon coffee pulp (HPCA) and red catimor (HPCR) at 20 and 25%, in addition to a control with 100% HT. In HPCA and HPCR, pH, acidity, color and mineral content were evaluated, and the physical, physicochemical, sensory, color, texture and mineral content were evaluated in cookies. According to the results, coffee pulp flours have a lower pH and higher acidity, they are also darker and have higher Ca, Na, K, Fe and Zn content than wheat flour. The physical characteristics of the cookies with coffee pulp flour do not show significant differences compared to the control, however, they present lower pH and greater acidity, they are also darker, less hard and with greater fracturability compared to the control. The sensory evaluation does not show differences compared to the witness until a 20 % substitution achieving qualifications between I like little and I like it. The sweet cookies with coffee pulp flour have a higher content of Ca, Mg, K, Na, Cu, Mn, Zn and Fe, compared to the control. This shows that coffee pulp flour can be used in sweet cookies up to 20 % substitution without significantly affecting its characteristics and improving its mineral content.

Keywords: Coffee, coffee pulp, cookies, color, texture, minerals.

INTRODUCCIÓN

El café es el principal producto agrícola de exportación en el Perú, la región Junín ocupa el primer lugar en producción de café, principalmente por el trabajo de las provincias de Chanchamayo y Satipo que tiene el suelo y el clima ideal para el cultivo de este grano, Junín produce el 25 % de la producción nacional (**La República, 2012**).

En el cultivo e industrialización del café, solamente se aprovecha el 5 % del peso del fruto fresco en la preparación de la bebida, el 95 % restante está representado por residuos; como son: la pulpa, el mucílago, el cisco, las pasillas, la borra y los tallos del café (**Rodríguez et al., 2013**). Y dentro de los subproductos sólidos, la pulpa es la más voluminosa representa el 56 % del volumen del fruto y el 40 % del peso (**ANACAFE, s.f.**).

La pulpa es el primer producto que se obtiene en la etapa de beneficio del fruto y representa, en base húmeda, alrededor del 43,58 % del peso del fruto fresco (**Rodríguez, 2013**); según diversos estudios se ha determinado que este desperdicio contiene varios componentes importantes tales como: fibra, aminoácidos, minerales, proteínas, etc. (**Joachin y Bressani, 2008**). Sin embargo, son pocas las aplicaciones que se le han dado a la pulpa de café; entre éstas se encuentran su empleo como combustible y fertilizante, como alimento para ganado o en la formación de composta (**López et al., 2011**). Diversas investigaciones han demostrado la factibilidad de aprovechamiento de la pulpa de café en la elaboración de alimentos para animales (**Noriega et al., 2009; Jiménez, 2015 y Vivanco, 2016**); pero ninguna aplicación en productos para la alimentación humana.

Por otra parte, el mercado peruano es dependiente de la importación del trigo (**Gestión, 2016**). Esta situación muestra la necesidad de buscar alternativas viables y sostenibles que ayuden a suplir en parte la dependencia de la importación del trigo, con productos alternativos, especialmente con productos sin valor comercial ni como alimento como son los desechos o subproductos de la agroindustria, como es el caso de la pulpa del café.

Además, el color y la textura son características que determinan la calidad de los alimentos y estas características son críticas en la calidad de las galletas; los cuales son modificadas cuando se sustituye la harina de trigo por otro tipo de harinas; por ello resulta ineludible su medición en las galletas elaboradas mediante sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de café como un indicador de la calidad del producto.

En la investigación se elaboró harina de pulpa de café y se aplicó en la elaboración de galletas dulces sustituyendo la harina de trigo, luego se evaluó el color, la textura y el contenido de minerales en comparación con una galleta control, buscando demostrar la factibilidad de usar la pulpa de café y aprovechar sus propiedades nutricionales y benéficas en la alimentación humana sin afectar significativamente las características como son el color y la textura de las galletas. Para lo cual se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café (*Coffea arabica*) en el color, textura y contenido de minerales en galletas dulces.

- Analizar el contenido de minerales en la harina de la pulpa de café catimor rojo y bourbon amarillo.
- Determinar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café en el color y textura de las galletas dulces.
- Determinar el contenido de minerales en las galletas dulces elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo con harina de pulpa de café.

ÍNDICE

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN.....	v
ÍNDICE.....	viii
I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	1
1.2 BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS.....	10
1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	27
1.4 HIPÓTESIS	29
II. MATERIALES Y MÉTODOS	31
2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	31
2.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS	31
2.3. EQUIPOS Y MATERIALES	31
2.4. METODOLOGÍA.....	33
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN	40
2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
III. RESULTADOS.....	43
3.1. ANÁLISIS DE LAS HARINAS	43
3.2. ANÁLISIS DE LAS GALLETAS.....	45
IV. DISCUSIÓN	50
4.1. DEL ANÁLISIS DE LAS HARINAS.....	50
4.2. DE LOS ANÁLISIS DE LAS GALLETAS.....	53
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES	61
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS	71

I. MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Rathinavelu y Graziosi (2005), en el documento académico acerca de “*Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café*” indican que en los países productores de café, los residuos y sub-productos del café constituyen una fuente de grave contaminación y problemas ambientales. Por ese motivo, desde mediados del siglo pasado se ha tratado de inventar métodos de utilizarlos como materia prima para la producción de piensos, bebidas, vinagre, biogás, cafeína, pectina, enzimas pécticos, proteína, y abono. El uso de la pulpa de café fresca o procesada ha sido tema de muchos estudios en los que, en general, se llega a la conclusión de que los residuos y sub-productos del café pueden usarse de varias maneras, algunas de las cuales se resumen en este trabajo. La pulpa del café es un material de desecho que procede de la industria del café. En las publicaciones citadas se llega a la conclusión de que la pulpa del café puede reemplazar hasta un 20% de los concentrados comerciales en la alimentación del ganado lechero, sin efectos perjudiciales y con un ahorro del 30%. Los resultados generales de los estudios de alimentación realizados con cerdos indicaron que el grano de cereales puede ser sustituido por pulpa deshidratada de café en hasta un 16% de la ración total, sin ningún efecto perjudicial con respecto al aumento de peso o a la conversión del pienso. Eso significa que al final del período establecido, cada cerdo criado ha dejado cerca de 50 kg de grano de cereales disponible para consumo humano u otros usos alternativos. Además de hacerse con cerdos, los experimentos de alimentación con pulpa de café se hicieron con peces, pollos,

corderos y conejos. En esos experimentos de alimentación se determinó el aumento diario del peso corporal y se midieron la toma diaria de materia seca y la eficiencia de conversión de la alimentación. En los cerdos alimentados con raciones que contenían hasta un 15% de pulpa de café ensilada con un 5% de melaza se observó un aumento de peso igual o mejor que en los alimentados con concentrados comerciales.

Joachin y Bressani (2008), en la investigación “*Concentración, caracterización funcional y utilización en pan francés de la fibra dietética total de la pulpa de café (Coffea arabica)*” mencionan que en años recientes ha existido una demanda de productos ricos en fibra dietética con actividad metabólica para incluirlas en la alimentación humana. Una materia prima de interés en este sentido es la pulpa de café; subproducto del café de gran abundancia poco uso en donde se produce. La pulpa fresca fue sometida a un proceso de concentración de la fibra aplicando seis tratamientos de lavado, siendo los dos mejores el lavado con metanol y metabisulfito de Na o agua con metabisulfito de sodio. A pesar de que el primero dio un producto más claro se seleccionó el segundo el cual dio un producto con 34.7% de fibra dietética. El concentrado de fibra dietética se incorporó en niveles de 0, 5 10 y 15% sustituyendo harina de trigo en la preparación de pan francés. Los resultados mostraron cambios importantes en el pan sobre todo en los niveles de adición de 10 y 15%. Con respecto a la evaluación biológica en ratas se encontró un aumento en el peso de materias fecales de mayor humedad y de mayor contenido de grasa con respecto al nivel de fibra dietética agregada al pan.

Noriega, et al., (2009), en la investigación “*Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal*” indican que las muestras de pulpa se dejaron drenar por 24 horas para eliminar el agua residual proveniente del beneficio, luego se colocaron en un silo, de 1,35 m³, el cual se cubrió en su totalidad con un plástico de polietileno negro para generar la fermentación natural. De este silo, se tomaron muestras a los 0, 90, 120 y 240 días después del despulpado del café para realizarle análisis químico. El diseño experimental empleado fue completamente aleatorizado y para efectos de comparación se aplicó la prueba de mínima diferencia significativa. Los resultados muestran valores promedios de ceniza 16,87%; extracto etéreo 3,34%; taninos 0,23% y proteínas 21,35%. En la medida que se incrementó el tiempo de ensilaje, se observó aumento en la concentración de ceniza y taninos; por otra parte, se detectaron diferencias significativas entre los tiempos de ensilaje ($P \leq 0,05$). De forma general, el factor tiempo influyó sobre las características químicas de la pulpa de café, la cual presentó alto valor nutricional a los 120 días de ensilada y potencialmente podría ser recomendada para la alimentación animal.

Abarca, et al., (2010), en la investigación “*Residuos de café, cacao y cladodio de tuna: Fuentes promisorias de fibra dietaria*”; reportan que, el uso de residuos agroindustriales es un tema relevante a nivel mundial, mediante este estudio buscamos conocer el contenido de Fibra dietaria Total (FDT), y sus fracciones Soluble (FDS) e Insoluble (FDI) en residuos generados en la empresa TRANSMAR y en las organizaciones FAPECAFES y PROCOE; para potencializar su posible uso como ingrediente funcional. Los residuos estudiados

fueron pergamino y pulpa de café, cáscara, cascarilla y mucilago de cacao; cáscara, pulpa y residuo de extracción de gel del cladodio. Son buenas fuentes de FDI el pergamino de café, cáscara de cacao y cáscara de cladodio; buenas fuentes de FDS el mucílago de cacao, la cascarilla de cacao y pulpa de cladodio, teniendo estos dos últimos un buen balance FDI/FDS lo que permite catalogarlos como excelentes fuentes para ser adicionado en alimentos. En cuanto a sus propiedades funcionales el residuo con mayor capacidad de hinchamiento (SW) fue la cáscara del cladodio, con mayor capacidad de retención de agua (WRC) la pulpa y cáscara de cladodio y con mayor capacidad de adsorción de grasa (FAC) la cáscara y cascarilla de cacao.

Figuroa y Mendoza (2010), en la investigación “*Cuantificación de minerales K, Ca, Mg y P en pulpa y pergamino de café (Coffea arabica L. var. Typica)*”; se trabajó con muestras de café *Coffea arabica L.*, variedad Typica de tres lugares en Ecuador: Palanda, Vilcabamba y El Pangui, seleccionados por su disponibilidad y condiciones geográficas. Se analizó potasio, calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica; y fósforo por espectrofotometría visible, utilizando en todos los casos la digestión ácida para la preparación de las muestras. Con el objetivo de mantener la trazabilidad de los residuos se realizó el beneficio húmedo del café. Los resultados obtenidos para la pulpa de café expresados en base seca fueron: K $3,1 \pm 0,43$ %; Ca $0,46 \pm 0,06$ %; Mg $0,14 \pm 0,01$ % y P $0,13 \pm 0,01$ %. Para pergamino de café: K $0,16 \pm 0,02$ %; Ca $0,14 \pm 0,05$ %; Mg $0,06 \pm 0,01$ % y P $0,02 \pm 0,01$ %. En adición, se determinaron los minerales en el grano de café. Con estos resultados podemos mencionar que la

pulpa de café es una buena fuente de potasio (especialmente), magnesio y fósforo. El pergamino pudiera ser considerado como fuente de fósforo.

El diario **El colombiano (2012)** en el artículo de investigación “*Antioqueños convierten la cáscara y pulpa de café en miel y harina*”, reportan que el 60 por ciento de la producción de café son desechos y en su investigación encontraron varias cosas aterradoras. Según un estudio realizado en Holanda, en todo el proceso industrial, se requieren 140 litros de agua para producir una taza de café de 125 mililitros. Esto es como utilizar 1.100 gotas de agua para producir una gota de café. El tema es cómo el café le puede devolver al medio ambiente el recurso y ahí surgió el diseño de una estrategia en logística para convertir el mucílago en miel y la cáscara en harina. Este proceso de industrializar los desechos del café, lo hacen a través de Sanadores Ambientales, empresa que fundaron y está dedicada a la investigación de productos con un claro enfoque a la descontaminación que empezaron a materializar con el proyecto aprovechamiento de los subproductos generados en el beneficio del café. La miel y la harina sirven para la alimentación humana y pecuaria, y la industria cosmética y farmacéutica. Con los desechos también se produce etanol.

Vivanco (2016) en la tesis “*Estudio de digestibilidad in vitro de cuatro raciones a base de pulpa de café fermentada, para la alimentación de ovinos*”; el presente trabajo de investigación se ejecutó con el propósito de realizar la valoración nutricional de cuatro raciones elaboradas con pulpa de café fermentada (PCF) para uso en la alimentación de ovinos. Las raciones (R) contenían diferentes cantidades de

PCF así: R1: 0%, R2: 15%, R3: 30%, R4: 45%. Fue fermentada la pulpa durante 72 horas, con la adición de 10% de suero de leche, 1,5% de urea y 0,5% de sales minerales. Las raciones se formularon por el método de tanteo y las variables analizadas fueron la composición química, proteína verdadera, fraccionamiento de la fibra bruta (FDN, FDA), composición de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina), digestibilidad *in vitro* de la materia seca, energía metabolizable y costo. Los resultados demuestran una buena composición química de la PCF con el 85,04% de materia seca; 22,34% de proteína cruda; 12,38% de proteína verdadera y 24,62% de fibra cruda. Se concluye que las cuatro raciones experimentales tienen un apreciable valor nutritivo y su bajo costo permite su uso como suplemento en la alimentación de ovinos en pastoreo.

Murillo, et al., (2017), en la investigación “*Caracterización de la harina de pulpa de café (Coffea arabica) y su efecto en las características sensoriales y fisicoquímicas de galletas dulces*”, mencionan que, el propósito fue evaluar las características fisicoquímicas de la harina de pulpa de café y su efecto en las características sensoriales y fisicoquímicas de las galletas dulces, para lo cual obtuvieron harinas de pulpas de cafés catimor rojo y bourbon amarillo, con las que se elaboraron galletas dulces sustituyendo la harina de trigo por harinas de pulpas de cafés catimor rojo y bourbon amarillo con porcentajes de 10, 15 y 20 %. Los resultados de los análisis fisicoquímicos de las harinas fueron: pH 5,17 y 5,03, acidez de 1,18 y 1,14 % expresada en ácido sulfúrico, humedad 6,53 y 6,36 %; proteína 11,05 y 11,94 %; fibra 21,83 y 22,04 %; grasa 2,31 y 2,12 % y cenizas 7,80 y 7,78 %, polifenoles 55,46 y 45,65 mg AGE/g muestra y actividad antioxidante 0,024 y 0,017 IC₅₀ (µg/mL), para catimor rojo y bourbon amarillo

respectivamente; valores que superan a la harina de trigo. Según los resultados de la evaluación sensorial de las galletas en los atributos color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general, no se encontró diferencias significativas entre tratamientos ($p>0,05$); por las características fisicoquímicas, polifenoles y actividad antioxidante de las muestras, se consideró como tratamiento óptimo las galletas con 20 % de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café catimor rojo (T3) y bourbon amarillo (T6); cuyas características fueron: pH 5,79 y 5,43, acidez 0,11 % y 0,13 % expresado en ácido láctico e índice de peróxido de 2,12 y 2,03 mg/kg, encontrándose dentro de los límites establecidos por las normas para galletas; además contienen 9,99 y 9,35 % de proteínas, 5,83 y 5,91 % de fibra cruda y 3,70 y 3,62 % de cenizas, 4,56 y 3,31 mg AGE/g muestra de polifenoles y 1,97 y 1,95 IC_{50} (mg/mL) de actividad antioxidante, en los tratamientos T3 y T6 respectivamente; siendo estos valores mayor que en el testigo, que presentó 8,17 % de proteína, 1,76 % de fibra, 1,50 % de ceniza, 0,40 mg AGE/g muestra de polifenoles y cantidad no determinada de actividad antioxidante; estos resultados demuestran que las galletas elaboradas con harina de pulpa de café presentan mayor contenido de nutrientes, polifenoles y actividad antioxidante, por tanto, pueden ser considerados productos funcionales que contribuirían beneficiosamente en la salud de los consumidores.

Murillo (2018), en la tesis “*Características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos de galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)*”; el objetivo fue determinar el efecto de la sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara del fruto de cacao

(*Theobroma cacao L.*) en las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en galletas dulces. Se utilizó cáscaras de cacao Criollo y CCN 51, las que fueron lavadas, picadas, secadas y molidas. Las harinas de cáscara de cacao criollo (HCCC) y harina de cáscara de cacao CCN 51 (HCCN) presentan las siguientes características: acidez 0,32 y 0,44 % de H₂SO₄, ambas harinas presentaron alto contenido de polifenoles 69,53 y 57,64 mg.AGE/g muestra, actividad antioxidante 60,30 y 48,90 IC₅₀(μg/ml), carotenoides 7,90 y 6,05 mg carotenos/100g muestra, antocianinas 1,43 y 1,25 mg cianidina -3-glucósido/g; la composición químico proximal indica niveles altos en contenido de fibra cruda 29,78 y 30,69 %, de ceniza 7,13 y 7,29 % evidenciando el alto contenido de minerales, presenta grasa de 2,01 y 1.89 %, mayor contenido de fibra insoluble 52,57 y 51,90 que soluble 3,02 y 3,47 enmarcándolo como alimento con buena fuente de fibra dietaria; presentan mayor contenido de minerales P, K, Fe, Zn que los encontrados en granos de cacao pero menor contenido en Mg; Para la elaboración de las galletas dulces, se utilizó tres sustituciones de harina de cáscara de cacao (10, 15 y 20 %), las que fueron evaluadas por un panel semi entrenado, los resultados mostraron que no existen diferencias significativas entre ellas, pero por los valores nutricionales que ofrecen las harinas de cáscara de cacao se optó por la mezcla donde la harina de cáscara de cacao sustituyó a la harina de trigo en un 20%, ambas galletas presentaron alto contenido de fibra cruda 8,99 y 9,04 %, de cenizas 4,99 y 5,09 % y proteína 9,80 y 9,81 %, en relación al parámetro L* la galleta testigo con 100 % harina de trigo fue más clara (80,23) a comparación de 59,707 y 59,957 debido al color oscuro de las harinas, contenido de polifenoles totales de 17,32 y 13,61 mgAGE/g, actividad

antioxidante 1,59 y 2,05 IC₅₀ (mg/ml), carotenoides 0,85 y 0,67 mg carotenos /100g y antocianinas 327,33 y 282,67 µg cianidina-3-glucósido/g, fibra dietaria total 9,38 y 10,39%, según el requerimiento de minerales aportarían aproximadamente el 40% de fósforo, 26% de potasio, 18% de cobre, 32% de Zinc, 5,5% de hierro.

Ponce (2018), en la tesis “*Características fisicoquímicas, sensoriales y bioactivas del pan de trigo sustituido parcialmente con harina de cáscara de plátano (musa paradisiaca l.)*”; se evaluó el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (HT) con harina de cáscara de plátano (HCP) en las características fisicoquímicas, sensoriales, bioactivas y actividad antioxidante del pan de trigo tradicional. Se elaboró harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) variedad Hartón en estado verde; se analizó sus características fisicoquímicas (finura, acidez, pH, humedad, proteínas, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos y minerales), bioactivas (fibra dietaria, polifenoles, carotenos y antocianinas) y actividad antioxidante, y se comparó con la harina de la pulpa del plátano (HP). Luego, se elaboró pan de molde utilizando cuatro porcentajes de sustitución: 95/5, 90/10, 85/15 y 80/20 % HT/HCP, y un control con 100 % HT. En los panes se evaluaron sus características físicas (peso, volumen, volumen específico, densidad, pérdida de peso, altura, color CIE L*a* b* y perfil de textura), fisicoquímicas (acidez, pH, humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos y minerales), sensoriales (color, aroma, suavidad, gomosidad, sabor y aceptabilidad), bioactivas (fibra dietaria, polifenoles, carotenos y antocianinas) y su actividad antioxidante. De acuerdo a los resultados, la HCP tuvo un mayor índice de finura, un color más

oscuro, mayor acidez y menor pH, que las HT y HP; pero con valores apropiados para su uso en la panificación, también, presentó un mayor contenido de proteína, grasa, ceniza, fibra y minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, cobre hierro, zinc y manganeso) en comparación a la HP. En cuanto al contenido de compuestos bioactivos, la HCP presentó mayor contenido de fibra dietaria, polifenoles totales, carotenos totales, antocianinas y actividad antioxidante en comparación con la HP. La sustitución de la HT con 10 % de HCP ocasionó cambios no significativos en las características físicas, sensoriales, colorimétricas y texturales del pan de trigo tradicional; también, incrementó su acidez y redujo el pH, pero dentro del límite establecido por la norma técnica peruana, y mejoró el contenido de grasa, ceniza, fibra y minerales (fósforo, calcio, magnesio, potasio, sodio, cobre hierro, zinc y manganeso). En cuanto al contenido de compuestos bioactivos, incrementó significativamente los contenidos de: fibra dietaria insoluble, soluble y total; polifenoles totales, carotenos totales, antocianinas y la actividad antioxidante. Por tanto, la HCP es un producto cuyas propiedades pueden ser aprovechados para su aplicación en pan de molde y otros alimentos con propiedades funcionales de gran interés en la sociedad actual.

1.2 BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS

1.2.1. Clasificación taxonómica del café

Según **INIAP (1993)**, la clasificación taxonómica del café es el siguiente:

Reino : Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase : Dicotyledoneae

Subclase: Asteridae

Orden : Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

Especie: Arábica*

(*) Especie de mayor importancia comercial

1.2.2. Fruto del café

Según **Temis-Perez et al., (2011)**, el fruto del café es a menudo llamado cereza, que se define como el fruto fresco completo del árbol que consta de una serie de capas que envuelven generalmente dos granos de café. Las capas externas se denominan como:

- Cáscara o pericarpio: envoltura externa del fruto de café.
- Pulpa o exocarpio: carne o tejido de la fruta que se encuentra por debajo de la cáscara.
- Mucílago o mesocarpio: sustancia viscosa y pegajosa que se encuentra adherida al endocarpio.
- Pergamino o endocarpio: tejido duro y compacto que recubre a la semilla o grano del café individualmente.
- Cutícula: membrana delgada de color blanquecino que se encuentra adherida a la semilla o grano de café. También conocida como película plateada.
- Grano de café: semilla(s) contenida en la fruta de café. Normalmente existen dos en cada fruta, pero puede haber sólo una o hasta tres.

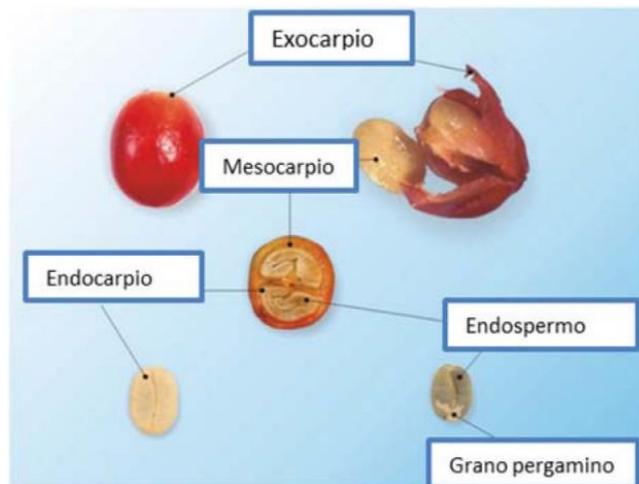


Figura 1. Partes que conforman el fruto del café

1.2.3. Semilla del café

La semilla es rica en polisacáridos, lípidos, azúcares reductores, polifenoles y cafeína. El fruto normalmente contiene dos semillas (endosperma), las que están cubiertas por una fina membrana conocida como “piel de plata”- es el espermodermo o tegumento- y a la vez esta película está protegida por una capa dura o endocarpio generalmente conocida como “pergamino”. Adherido firmemente a la parte externa del pergamino tenemos un mesocarpio mucilaginoso “capa de pectina” que está cubierto por la piel del fruto (pericarpio) (Traba, 2012).

1.2.4. Despulpado del fruto de café

Según Anacafe (2013), el despulpado es la fase mecánica del proceso en la que el fruto es sometido a la eliminación de la pulpa (epicarpio), se realiza con máquinas que aprovechan la cualidad lubricante del mucílago del café, para que por

presión suelten los granos. Si la operación se realiza dañando el pergamino o el propio grano, entonces el defecto permanecerá a través de las distintas etapas del beneficiado, provocando trastornos en el punto de fermentación y secamiento, alterando por consiguiente la calidad de la bebida. Como los sistemas de despulpado funcionan en forma mecánica, es imposible despulpar completamente frutos de distintos tamaños, por eso es preferible que pase fruto sin ser despulpado, a que se lastimen o quiebren. Debe despulsarse el mismo día de la cosecha, después de 4 horas de despulpado los granos deben echarse en otra pila de fermentación para evitar fermentaciones disperejas, limpiar diariamente el despulpador para evitar granos y pulpas rezagadas que podrían dañar la partida del día siguiente. Es importante incorporar despulpadores que estén diseñados para operar en seco, lo que contribuirá a evitar la contaminación generada en el proceso de beneficiado. La pulpa del café representa aproximadamente el 40% en peso del fruto fresco, es por lo tanto el subproducto más voluminoso del beneficiado húmedo. La densidad aparente de la pulpa fresca y suelta es de aproximadamente 5.5 quintales por metro cúbico, de manera que de cada 100 quintales de café maduro se producirán 40 quintales de pulpa, que ocupan aproximadamente 7 metros cúbicos. Este material se compacta y después de 24 horas la densidad es de 10 quintales por metro cúbico. Algunas de las ventajas de no utilizar agua en el despulpado son:

- Reducción del tiempo de fermentación
- No se contamina el agua.
- Preservación de los nutrientes orgánicos de la pulpa.

- El beneficio no queda supeditado a la disponibilidad de grandes cantidades de agua.

1.2.5. Pulpa de café

El fruto de café está compuesto por la pulpa, el mucílago y la semilla. La pulpa está formada por el exocarpio (epidermis) y parte del mesocarpio (mucílago); el color de la epidermis varía de verde a rojo o amarillo, dependiendo de la variedad de café y del grado de maduración del fruto. La pulpa es el primer producto que se obtiene en la etapa de beneficio del fruto y representa, en base húmeda, alrededor del 43,58% del peso del fruto fresco. La pulpa de café tiene un contenido de humedad entre el 76% y el 80%. Está constituida por materia orgánica (entre el 88% y el 89% en base seca) y cenizas (entre el 11% y el 12% en base seca). Además, el contenido de otras sustancias en base seca es de 1,10% - 1,30% de nitrógeno, 29,50% de celulosa, 4,60% de hemicelulosa, 16,90% de lignina, 0,75% de cafeína y 3,70% de taninos, contenidos medios, en base seca, de 17,31% para azúcares reductores y de 18,49% para azúcares totales, con un valor medio de 3,59 °Brix. De la pulpa de café fresca se han aislado levaduras de los géneros *Candida* sp., *Rhodotorula* sp. y *Toruplosis* sp. (**Rodríguez, 2013**).

Según **Traba (2012)**, la pulpa de café es un material fibroso mucilaginoso y se genera durante el procesamiento del café por vía humedad (beneficio húmedo) y en este caso se conoce como pulpa de café y constituye cerca del 40 % del peso fresco de la cereza de café. Por cada tonelada de café cereza procesada por esta vía se genera cerca de media tonelada de pulpa. Cuando el procesamiento del café

se realiza por vía seca (beneficio seco), se denomina como cáscara de café y solo se generan 90 Kilogramos.

Según **Valenzuela (2010)**, la pulpa de café es un subproducto del procesamiento de café que se obtiene del método conocido como despulpado. El rendimiento es de 43 %. La pulpa de café contiene de 80 a 88 % de agua, pero se ha encontrado que una operación de prensado puede reducir la humedad a 55-60 %. Por ello, este estudio estuvo enfocado en brindar una alternativa de diversificar productos del café para contrarrestar cambios en el precio y poder mantenerse estable a nivel económico y ser más eficientes en el uso de café cereza. Optimizando el uso de la fruta y reduciendo pérdidas, brindando mayor valor a la pulpa de café, convirtiéndolo en un jarabe y probando diferentes saborizantes en busca de un producto apto para el paladar humano, y dispuesto a ser pagado a un precio más elevado del que ya le estaban dando uso.

1.2.6. Propiedades de la pulpa de café

La pulpa de café es uno de los principales subproductos del proceso de beneficio húmedo del café, tanto por el volumen que se genera como por el alto contenido en componentes biodegradables que posee, tiene una elevada humedad (80- 82 %).

La pulpa de café es rica en carbohidratos, proteínas, minerales y contiene cantidades apreciables de potasio, taninos, cafeína y polifenoles. (Porres *et al.*, 1993; Roussos *et al.*, 1995; Salmone *et al.*, 2005 citado por **Traba, 2012**).

Según **Figueroa y Mendoza (2010)**, en base a las determinaciones y comparaciones realizadas con otras fuentes de minerales, la pulpa de café es una buena fuente de potasio (especialmente), magnesio y fósforo.

Asimismo, de acuerdo a Zuluaga (1989) citado por **Traba (2012)**, la pulpa de café contiene alrededor de 23-27 % sobre materia seca (m.s) de azúcares fermentables, principalmente fructosa (10-15 %), sacarosa (2.8- 3.2 %) y galactosa (1.9- 2.4 %).

1.2.7. Componentes básicos de las galletas

El conocimiento de la funcionalidad de cada uno de los ingredientes que componen una galleta es de gran interés en la industria galletera. Este conocimiento nos permite no sólo reaccionar de forma rápida y eficaz ante posibles variaciones no deseadas de la galleta durante la producción, sino también la innovación y el desarrollo de nuevas formulaciones de galletas para satisfacer al cliente (**Cabeza, 2009**). Los componentes básicos de las galletas son:

a. Harina

Las harinas blandas son indispensables para la elaboración de galletas, estas harinas se obtienen normalmente a partir de los trigos blandos de invierno cultivados en Europa. Su contenido proteico es normalmente inferior al 10%. La masa que se obtiene es menos elástica y menos resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte (más del 10% de proteínas). Las proteínas del gluten pueden separarse en función de su

solubilidad. Las más solubles son las gliadinas, que constituyen aproximadamente la tercera parte del gluten y contribuye a la cohesión y elasticidad de la masa, masa más blanda y más fluida. Las dos terceras partes restantes son las gluteninas, contribuyen a la extensibilidad, masa más fuerte y firme. Si las galletas se hacen con una harina muy dura, resultan duras, más que crujientes y tienden a encogerse de forma irregular tras el moldeo. Estos problemas hacen necesario un estrecho control de las propiedades de la harina en la industria galletera. En la Tabla 1 se detallan las características más importantes que ha de tener una harina galletera, la cual ha de ser muy extensible para procesos sin fermentación.

Tabla 1

Valores característicos de la harina galletera

Parámetros	Valores
P: tenacidad ^a	30/35 (tenacidad limitada)
L: extensibilidad ^b	130/150 (muy extensible)
W: fuerza ^c	105/90 (flota)
P/L: equilibrio ^d	0.10/0.30 (trigos flojos)
Degradación ^e	< 10%

a: mide la resistencia que opone la masa a la rotura.

b: mide la capacidad de la masa para ser estirada indicando su elasticidad.

c: indica el trabajo necesario para deformar una lámina de masa empujada por el aire hasta la rotura.

d: indica la relación entre la tenacidad y la extensibilidad, indica el destino más adecuado para la harina (panadería, galletería...).

e: indica la pérdida de las cualidades plásticas y expresa el debilitamiento de la masa durante el reposo.

Fuente: **Cabeza (2009)**.

b. Azúcares

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas. Además, los jarabes de los azúcares reductores también van a controlar la textura de las galletas. La fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas. La adición de azúcar a la receta reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente. La reacción de Maillard se produce en presencia de aminoácidos, péptidos y proteínas, cuando se calientan en una disolución de azúcar reductor en atmósfera seca, con una actividad de agua de entre 0,6 y 0,9. La intensidad de la reacción de Maillard es mayor a pH alcalino y los inhibidores de esta reacción son los sulfitos, los metabisulfitos, los bisulfitos y el anhídrido sulfuroso, estos inhibidores actúan en la etapa de inducción retardando la aparición de productos coloreados, pero no evitan la pérdida del valor biológico de los aminoácidos.

c. Grasas

Las grasas desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa contribuye, igualmente, a un aumento de la longitud y una reducción en

grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fragmentable, fácil de romper. Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa. El agua o disolución azucarada, interacciona con la proteína de la harina para crear el gluten que forma una red cohesiva y extensible. La grasa rodea los gránulos de proteína y almidón, rompiendo así la continuidad de la estructura de proteína y almidón. Cuando algo de grasa cubre la harina, esta estructura se interrumpe y en cuanto a las propiedades comestibles, después del procesamiento, resulta menos áspera, más fragmentable y con más tendencia a deshacerse en la boca. La complicación es que las grasas son inmiscibles en el agua, por lo que es un problema para la incorporación de la grasa en la masa, puesto que es necesario que la grasa se distribuya homogéneamente por toda la masa. En las masas para galletas se necesita una distribución homogénea de la grasa, el problema radica en la competencia por la superficie de la harina entre las fases acuosa y grasa. Cuando se presenta en grandes cantidades, su efecto lubricante es tan pronunciado que se necesita muy poca agua para lograr una consistencia suave. Si se mezcla con la harina antes de su hidratación, la grasa evita la formación de una red de gluten y produce una masa menos elástica, lo que es deseable en la producción de galletas porque encoge menos tras el laminado, pero la textura es distinta.

d. Agua

El agua, aproximadamente, constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se emplea en la elaboración de galletas. Se considera aditivo porque no es una sustancia nutritiva, aunque el agua es un ingrediente esencial en la formación de masa para la solubilización de otros ingredientes, en la hidratación de proteínas y carbohidratos y para la creación de la red de gluten. El agua tiene un papel complejo, dado que determina el estado de conformación de los biopolímeros, afecta a la naturaleza de las interacciones entre los distintos constituyentes de la receta y contribuye a la estructuración de la misma. También es un factor esencial en el comportamiento reológico de las masas de harina. Toda el agua añadida a la masa se elimina durante el horneado, pero la calidad del agua (calidad microbiológica, concentración y naturaleza de las sustancias disueltas, el pH...) puede tener consecuencias en la masa. No es posible hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a emplear, se busca una consistencia apreciable al tacto. Si se añade poco agua, la masa se desarrolla mal en el horno, la masa resulta pegajosa y se afloja. Si se añade un exceso de agua, la fuerza de la masa disminuye, haciéndola más extensible, si el exceso es moderado; o todo lo contrario si el exceso es demasiado grande. De esta forma se hace muy difícil trabajar las masas. El agua moja la red de proteínas, modificando sus uniones y facilitando que los estratos proteicos se deshagan. Por tanto la cantidad de agua a añadir dependerá del tipo de galleta que deseemos realizar, de la harina y su absorción, y del tipo de maquinaria que dispongamos.

1.2.8. Sustitución de harina de trigo por harinas sucedáneas

a. Harinas sucedáneas

Las harinas sucedáneas son aquellas obtenidas como resultado de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otras que reúnan características apropiadas para ser utilizada en el consumo humano. La designación de “harina” es exclusiva del producto obtenido de la molienda del trigo. La denominación de cada harina sucedánea se formará añadiendo al término harina el nombre de la materia prima de que se trate. Las harinas sucedáneas deberán estar libres de toda sustancia o cuerpo tóxico extraño a su naturaleza excepto los aditivos debidamente autorizados. Las harinas no deberán proceder de materias primas en mal estado de conservación **(Pimentel, 2015)**.

b. Sustitución de harina de trigo por harina integral de amaranto tostado

En esta investigación se elaboró “Galletas de Amaranto”, en base a distintos niveles de sustitución de harina de trigo por harina integral de amaranto tostado; los resultados demostraron que la galleta constituida por una mezcla de 70% de harina de trigo y 30 % de harina integral de amaranto tostado, es la que tuvo una mayor aceptación, convirtiéndola en la formulación más idónea para su consumo, además la sustitución de harina de trigo por harina integral de amaranto tostado produjeron un incremento creciente de los niveles de proteína, fibra cruda, calcio, hierro y fósforo, por lo que la harina integral de amaranto tostado se presenta como una novedosa alternativa para la sustitución parcial de la harina de trigo en la elaboración

de galletas, brindando un mayor aporte nutritivo en la alimentación **(Fajardo y Criollo, 2010)**.

c. **Sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de tuna púrpura**

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pulpa de tuna púrpura (*Opuntia ficus-indica*) sobre el contenido de cenizas, la dureza, el color y la aceptabilidad general en galletas dulces. La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de tuna púrpura en la elaboración de galletas dulces produce diferencias significativas con el contenido de cenizas, la dureza, el color y la aceptabilidad general entre las sustituciones. La galleta con 5% de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de tuna púrpura produjo galletas dulces con la menor dureza y mayor aceptabilidad general. El contenido de cenizas y el oscurecimiento de las galletas aumentaron según el porcentaje de sustitución de harina de tuna **(Pesantes, 2014)**.

d. **Sustitución de harina de trigo por harina de brácteas de alcachofa**

En la investigación se evaluó el efecto de la sustitución de harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces. Existió efecto significativo de la sustitución de harina de brácteas de alcachofa, sobre el contenido de fibra cruda, firmeza y aceptabilidad general de galletas dulces. La sustitución de harina de brácteas de alcachofa al 12 % permitió obtener el mayor contenido de fibra cruda (11.74 %) en galletas dulces, la

sustitución de harina de brácteas de alcachofa al 3 % permitió obtener una adecuada firmeza (6.93 N) y mayor rango promedio (3.56) con moda de 8 puntos correspondiente a una percepción de “me agrada mucho” en la aceptabilidad general de galletas dulces **(Pimentel, 2015)**.

1.2.9. Medición del color en los alimentos

El color es una respuesta mental o de percepción del espectro visible de la luz que es reflejada o emitida por un objeto, dicha señal de respuesta interactúa con la retina ubicada en el ojo y se transmite al cerebro por el nervio óptico, esta acción hace que los humanos asignen los colores a esta señal **(Wu & Sun, 2013)**. El ojo percibe como una antena receptora debido a las células gliales y fotorreceptores llamados bastones y conos, que se ubican en la retina, que reciben y transmiten en forma de impulsos eléctricos la información al cerebro logrando traducir la sensación de color **(Castañeda, 2005)**.

La medición de estas propiedades de frutas y alimentos adquiere más importancia en la industria alimentaria **(Abdullah, Guan, Lim, & Karim, 2004)**, el color es un parámetro para realizar clasificaciones de productos, evaluación de materias primas, control de procesos y características específicas de ciertos alimentos **(Delmoro et al., 2010)**, además los resultados de estas mediciones lograrán indicar el manejo adecuado de los alimentos o materias primas para obtener la máxima calidad del producto final **(Abdullah et al., 2004)**.

Existen dos métodos básicos de medición del color, el sensorial y el instrumental. El método sensorial utiliza un panel de consumidores o panel sensorial entrenado para evaluar visualmente el color (**Delmoro *et al.*, 2010; Novoa & Ramírez, 2012**). El segundo método es el instrumental, que consiste en el uso de técnicas que miden la reflectancia o transmitancia de las muestras y se apoyan en equipos especializados como espectrofotómetros o colorímetros triestímulos (**Delmoro *et al.*, 2010**).

1.2.10. Textura en los alimentos

La textura es un factor importante en la aceptabilidad de los alimentos. Incluye un número de sensaciones físicas diferentes; aunque es más conveniente utilizar el término “parámetros texturales”. Los cuales son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material y se relacionan con la deformación, desintegración, flujo por la aplicación de una fuerza y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia. Los parámetros de textura pueden ser considerados de gran importancia en el control de calidad de los alimentos. Específicamente la dureza en los productos amiláceos indica su grado de frescura, mientras que la crujencia arroja información sobre su estructura interna y características composicionales (**Torres *et al.*, 2015**).

La medición instrumental de textura es ampliamente usada en la industria de los alimentos, por ejemplo, en rutinas de aseguramiento de la calidad, y se

han realizado numerosas investigaciones que demuestran una alta correlación entre la medición sensorial e instrumental, obteniendo una rápida caracterización de la textura y además, la posibilidad de predecir los valores de algunas de las características de textura sensorial mediante parámetros físicos medidos instrumentalmente (Vivas, 2009).

1.2.11. Minerales en alimentos

La palabra “minerales” se usa para referirse a los diversos elementos químicos que se identifican en los alimentos. Estos elementos representan aproximadamente el 4 % del peso total del cuerpo humano, donde resaltan el calcio con un 2 % y el fósforo con un 1 por ciento. Algunos elementos químicos son nutrimentos indispensables para el buen funcionamiento del organismo humano y su carencia puede provocar serios problemas de salud; la alimentación variada, cuando es viable, es la forma de evitar cualquier deficiencia de éstos y de otros nutrimentos. Los minerales actúan de diversas maneras en la formación de tejidos rígidos del cuerpo (Ca, P, F, Mg, etcétera), como cofactor de enzimas (Mn, Zn, Cu, Mo, Na, etcétera), como integrante de vitaminas, hormonas, mioglobina y hemoglobina (Co, I, Fe, etcétera), para controlar la presión osmótica de fluidos celulares y del pH (Na, K, Cl, etcétera) y como parte constitutiva de algunas macromoléculas (S, P, Fe, etcétera). Una dieta balanceada aporta todos los nutrimentos inorgánicos suficientes para satisfacer las necesidades del hombre; sin embargo, es práctica común la adición de algunos de ellos, sobre todo de calcio, hierro, yodo y cinc. Además de esto, los distintos

aditivos, como antiaglomerantes, emulsificantes, secuestradores, amortiguadores de pH, sales de horneado, etcétera, contienen diversos elementos químicos que igualmente contribuyen al contenido de los alimentos (**Badui, 2006**).

El concepto de esencialidad con relación a los elementos minerales es diferente al concepto visto para las moléculas orgánicas, ya que nuestro organismo no puede sintetizar un elemento inorgánico (**García, s.f.**), de ahí que los minerales indispensables para el buen funcionamiento del organismo humano deben ser proporcionados a través de la dieta.

Según **Carbajal (s.f.)**, se han descrito aproximadamente 20 minerales esenciales para el hombre. Según las cantidades en que sean necesarios y se encuentren en los tejidos corporales se distinguen tres grandes grupos:

- Macrominerales: calcio, fósforo, magnesio, sodio o potasio, cloro, azufre y
- Microminerales o elementos traza que se encuentran en muy pequeñas cantidades: hierro, cinc, yodo, selenio, flúor, manganeso, selenio, cromo, cobre o molibdeno.
- Minerales ultratraza.

La distinción entre estos grupos no implica una mayor o menor importancia nutricional de unos o de otros, todos son igualmente necesarios para la vida.

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Café cerezo: Es el fruto maduro que se cosecha de un arbusto llamado cafeto. Este fruto tiene la apariencia de una cereza pequeña y en su interior lleva dos semillas rodeadas de una pulpa amarillenta, que son los granos de café de color verde, inicialmente, para luego volverse amarillo y posteriormente rojo y casi carmesí cuando alcanza la madurez.

Beneficio de café: Es el proceso que incluye todas aquellas operaciones que eliminan la pulpa, mucílago y pergamino, dejando los granos de café listos para ser tostados, puede realizarse por vía húmeda y por vía seca.

Pulpa de café: Es la parte pulposa que cubre los granos de café que se separan en el despulpado de los cerezos maduros. Es un material fibroso mucilaginoso y se genera durante el procesamiento del café por vía humedad (beneficio húmedo) y en este caso se conoce como *pulpa de café* y constituye cerca del 40 % del peso fresco de la cereza de café. Por cada tonelada de *café cereza* procesada por esta vía se genera cerca de media tonelada de pulpa.

Harina de pulpa de café: Es el polvo fino que se obtiene de la molienda de la pulpa tratada y secada del café. Esta harina será utilizada en la elaboración del pan de molde mediante sustitución de la harina de trigo.

Galletas: Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano.

Minerales: Son diversos elementos químicos que se encuentran en los alimentos, tienen numerosas funciones en el organismo humano, como son: están presentes como sales en los líquidos corporales, donde tienen la función fisiológica de mantener la presión osmótica, forman parte de la estructura de muchos tejidos, se encuentran en los ácidos y álcalis corporales, también son constituyentes esenciales de ciertas hormonas, como el yodo en la tiroxina que produce la glándula tiroides. Los principales minerales en el cuerpo humano son: calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre, magnesio, manganeso, hierro, yodo, flúor, zinc, cobalto y selenio.

Color: El color es una propiedad de la materia directamente relacionada con el espectro de la luz y que, por lo tanto, puede medirse físicamente en términos de energía radiante o intensidad, y por su longitud de onda. El ojo humano sólo puede percibirlo cuando su energía corresponde a una longitud de onda que oscila entre 380 y 780 nm; de ahí que una definición de color sea “la parte de la energía radiante que el humano percibe mediante las sensaciones visuales que se generan por la estimulación de la retina del ojo”. La calidad de un alimento, sin tomar en cuenta los aspectos sanitarios, toxicológicos y nutricionales, se basa en los siguientes parámetros: color, sabor y olor, y textura. Sin embargo, el primer

acercamiento del consumidor al alimento es por su color, ya que relaciona lo adecuado con la aceptación o el rechazo.

Textura: La textura es “el conjunto de los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto que son perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos”. Los parámetros de textura pueden ser considerados de gran importancia en el control de calidad de los alimentos. La textura es un factor importante en la aceptabilidad de los alimentos Incluye un número de sensaciones físicas diferentes; aunque es más conveniente utilizar el término “parámetros texturales Los cuales son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material y se relacionan con la deformación, desintegración, flujo por la aplicación de una fuerza y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia.

1.4 HIPÓTESIS

Hipótesis general

La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café (*Coffea arabica*) influye en el color, textura y contenido de minerales de las galletas dulces.

Hipótesis específicos

- Las harinas de la pulpa de café catimor rojo y bourbon amarillo tiene importante contenido de minerales.
- La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café influye en el color y textura de las galletas dulces.

- La galleta dulce elaborada mediante sustitución parcial de harina de trigo con harina de pulpa de café presenta un mayor contenido de minerales que la galleta control.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se realizó en los laboratorios de análisis de alimentos, taller de harinas y taller de frutas y hortalizas de la UNDAC Filial La Merced; los análisis de color y textura se realizó en el laboratorio de análisis instrumental de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan - Huánuco y los análisis de minerales en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María.

2.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

2.2.1. Materia prima

Pulpa de café variedad Catimor (rojo) y Bourbon (amarillo)

2.2.2. Insumos

- Harina de trigo, Nicolini
- Azúcar blanca, Cartavio
- Leche en polvo, Gloria
- Mixo (emulsificante), Puratos
- Margarina, Sello de oro
- Sal yodada, Emsal
- Leudante (mejorador), Puratos
- Anti moho, Puratos

2.3. EQUIPOS Y MATERIALES

2.3.1. Equipos

- Espectrofotómetro de absorción atómica

- Horno eléctrico rotativo de 12 bandejas, Haley. (Temperatura máxima de 250°C)
- Balanza digital de 0 a 2000 g Mettler Toledo modelo BPA 224 6NP
- Balanza analítica
- Molino de martillo. 12 Hp.
- Despulpadora de café
- Selladora de bolsas. Modelo SF-300S, Marca SAMWIN, 220 V, 40 cm de sellado.
- Secador de cabina, eléctrico.
- Titulador, bureta de 50 ml.
- Peachimetro digital marca Hanna
- Termómetros de – 10 a 150 °C
- Equipos laptop
- Impresora, etc.
- Cámara fotográfica

2.3.2. Materiales

- Probetas de 100 ml.
- Matraces de Erlenmeyer de 500 ml.
- Vasos de precipitación.
- Picetas.
- Buretas.
- Fiolas de 1000 ml.
- Embudos de vidrio.
- Cucharas

- Baguetas
- Mortero con pilón de porcelana

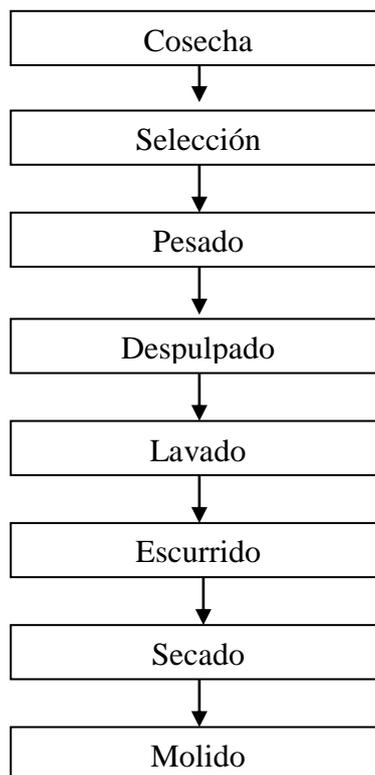
2.3.3. Reactivos

- NaOH 0.1 N.
- Fenolftaleína 0.1 %.

2.4. METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en dos etapas: primero se obtuvo la harina de pulpa de café y segundo, se procedió a elaborar las galletas dulces utilizando la harina de pulpa de café.

Primera etapa: Obtención de harina de pulpa de café



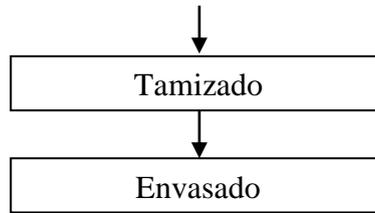


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de pulpa de café

Descripción de operaciones

Cosecha

Se recolectó cerezos de café maduros de las dos variedades catimor rojo y bourbon amarillo, teniendo en cuenta el grado de madurez, sanidad y cantidad requerida para las pruebas experimentales.

Selección

Se realizó una selección separando los granos verdes, con defectos y todos aquellos frutos no aptos para la investigación.

Pesado

Se utilizó una balanza digital para controlar las cantidades y establecer rendimientos.

Despulpado

Se realizó con la finalidad de separar las semillas y pulpas, utilizando una despulpadora mecánica.

Lavado

La pulpa obtenida fue lavada con agua limpia para eliminar las impurezas y luego sumergido en una solución de meta bisulfito de sodio al 0.2 % durante 30 minutos.

Escurrido

Se realizó con la ayuda de un colador para eliminar el excedente de agua.

Secado

Se utilizó un secador de cabina con aire caliente hasta alcanzar 12 % de humedad, la pulpa escurrida fue colocada en las bandejas de la secadora formando una capa delgada y uniforme, se dejó en ella hasta alcanzar la humedad indicada.

Molido

Se realizó con un molino de martillo con tamices hasta reducir el tamaño de partícula de la pulpa deshidratada.

Tamizado

Se utilizó una malla de 0.2 mm para separar las partículas grandes de las pequeñas y así uniformizar la harina obtenida.

Envasado

Las muestras fueron envasadas en bolsas de polipropileno, se sellarán con pesos de 250 g cada una, los que fueron almacenadas en un ambiente fresco y limpio hasta su evaluación y uso en la elaboración de galletas dulces.

Segunda etapa: Elaboración de las galletas dulces

La formulación utilizada para la elaboración de las galletas dulces con harina de pulpa de café se presenta en la tabla 2.

Tabla 2

Formulaciones para las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café.

Ingredientes (g)	FORMULACIONES				
	T0	T1	T2	T3	T4
	100/0	80/20	75/25	80/20	75/25
Harina de trigo	1000	800	750	800	750
Harina de pulpa de café	0	200	250	200	250
Azúcar	650	130	130	130	130
Margarina	530	106	106	106	106
Mejorador	30	6	6	6	6
Leche en polvo	15	3	3	3	3
Sal	3.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Antimoho	3	0.6	0.6	0.6	0.6
Mixto	133.5	26.7	26.7	26.7	26.7
Agua	75	15	15	15	15

Fuente: Elaboración propia

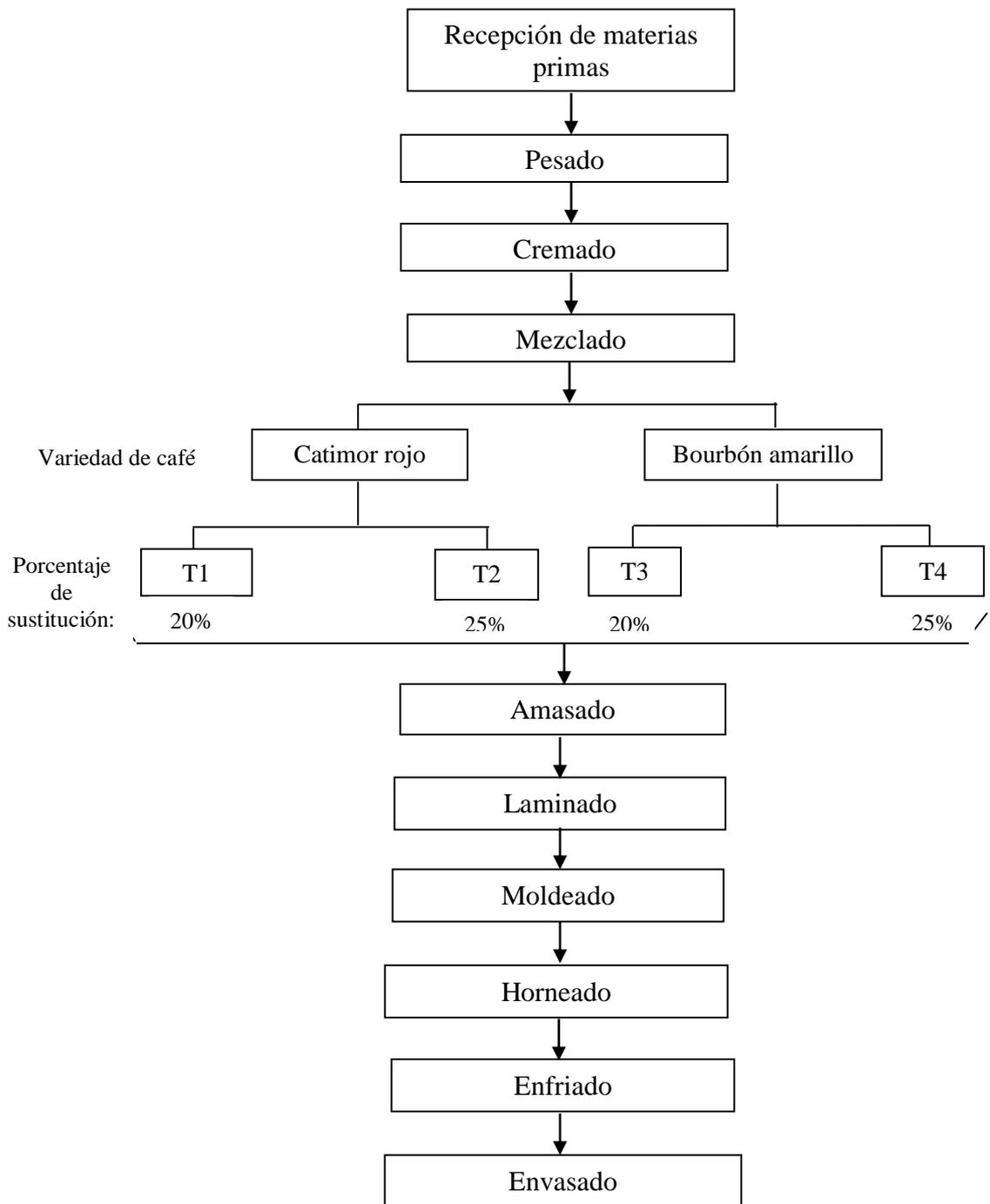


Figura 3. Diagrama de flujo para elaboración de las galletas dulces

Recepción de materias primas

Se adquirió harina de trigo especial para galletas, azúcar impalpable, leche en polvo, margarina, sal, mejorador, emulsionante y antimoho.

Pesado

Se pesaron por separado los ingredientes secos (harina, leche en polvo, sal, mejorador) y luego los ingredientes húmedos margarina, azúcar, emulsionante, incluidos el agua.

Cremado

Los ingredientes líquidos (margarina, azúcar, emulsionante, agua) fueron mezclados hasta formar una crema.

Mezclado

En esta operación se utilizarán la harina de trigo (HT) y la harina de pulpa de café (HPC), cuya mezcla fue en una relación de HT: HPC de 80:20 % y 75:25 % luego se mezcló con todos los demás ingredientes secos.

Amasado

Se mezcló el cremado con la mezcla de ingredientes secos hasta obtener una masa consistente y uniforme.

Laminado

Se realizó en la mesa de acero inoxidable con la ayuda de un rodillo hasta lograr un espesor de hasta 0,5 cm.

Moldeado

Se cortó en piezas circulares usando un molde de metal de 5,0 cm de diámetro.

Horneado

La masa se colocó en bandejas metálicas y se horneó a 180 °C por 10 – 12 minutos.

Enfriado

Se realizó en un lugar limpio hasta alcanzar la temperatura ambiente.

Envasado

Las galletas fueron envasadas en bolsas de polipropileno de acuerdo a las necesidades de análisis o evaluación.

2.4.1. Variables y tratamientos en estudio

a) Variable independiente

A: Variedad de café:

A1 = Bourbon (amarillo)

A2 = Catimor (rojo)

B: Nivel de sustitución parcial: % harina de trigo/ % harina de pulpa de café:

B1 = 80/20

B2 = 75/25

b) Variable dependiente (VR):

- Color de las galletas dulces
- Textura de las galletas dulces
- Contenido de minerales de las galletas dulces

2.4.2. Tratamientos en estudio

Tabla 3

Distribución de tratamientos en estudio

Factores		Variable Respuesta (Y _{ij})	Tratamientos (T _i)
Factor A	Factor B		
Variedad de café	Sustitución parcial: % harina de trigo/ % harina de pulpa de café		
Bourbon	80/20	Y ₁₁	T ₁

(amarillo)	75/25	Y ₁₂	T ₂
Catimor (rojo)	80/20	Y ₂₁	T ₃
	75/25	Y ₂₂	T ₄

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

2.5.1. Harina de pulpa de café

a. Análisis fisicoquímico

La acidez se determinó por titulación con NaOH 0.1 N y pH directamente con un potenciómetro calibrado.

b. Análisis del color

Se midió con un colorímetro digital CR-400 Konica Minolta, según el método estándar de colorimetría descrito por **Vásquez (2015)**.

c. Contenido de minerales

Los minerales se determinaron mediante espectrofotometría de absorción atómica, según el método descrito por la **AOAC (2005)**.

2.5.2. Producto final

a. Análisis físicos: peso de las galletas, con una balanza digital de sensibilidad 0,01 g, diámetro y altura con un vernier digital, sensibilidad 0.01 mm.

b. Evaluación sensorial

Las cinco formulaciones, se caracterizaron sensorialmente con 20 panelistas semi entrenados utilizando una ficha de evaluación con una escala hedónica de 7 puntos (**Anzaldúa, 1994**). Se evaluaron los atributos: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad para establecer diferencias entre galletas

elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café al 0, 20 y 25 %.

c. Análisis fisicoquímico

La acidez por titulación con NaOH 0.1 N y pH directamente con un potenciómetro calibrado.

d. Análisis color de las galletas

Con un colorímetro digital CR-400 Konica Minolta, según el método estándar de colorimetría descrito por **Vásquez (2015)**.

e. Análisis de textura de las galletas

Se realizó mediante un analizador de textura, según el método descrito por **Torres et al., (2015)**.

f. Contenido de minerales en las galletas

Los minerales se determinaron según el método descrito por la **AOAC (2005)**.

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos de la evaluación sensorial se realizó mediante el análisis de variancia utilizando el diseño bloque completo al azar. En los resultados que existieron diferencias significativas se realizó la prueba de Tukey al 0.05 (**SALINAS y DAZA, 2000**).

El modelo aditivo lineal del diseño experimental es como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable dependiente o respuesta individual

μ = Media General

P_i = Efecto de bloques (panelistas)

T_j = Efecto de los tratamientos en estudio.

E_{ijk} = Efecto del error experimental

Los resultados de los análisis físicos, fisicoquímicos, color, textura y minerales se realizó mediante el análisis de variancia utilizando el diseño completo al azar. En los resultados que existieron diferencias significativas se realizó la prueba de Tukey al 0.05 (**SALINAS y DAZA, 2000**).

El modelo aditivo lineal del diseño experimental es como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable dependiente o respuesta individual

μ = Media General

T_i = Efecto de los tratamientos en estudio.

E_{ij} = Efecto del error experimental

III. RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS DE LAS HARINAS

3.1.1. Análisis fisicoquímicas de las harinas

En la tabla 4 se observa los resultados del pH y la acidez de las harinas de trigo y de pulpa de café bourbon amarillo y catimor rojo. Los datos se muestran en el anexo 2.

Tabla 4

Análisis del pH y la acidez de las harinas de trigo y pulpa de café

	HT	HPCA	HPCR
PH	6.11 ±0.03 ^a	5.22 ±0.01 ^c	5.34 ±0.02 ^b
Acidez (%) (ácido sulfúrico)	0.069 ±0.05 ^b	0.964 ±0.014 ^a	0.978 ±0.003 ^a

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 3). HT = Harina de trigo, HPCA = Harina de pulpa de café bourbon amarillo y HPCR = Harina de pulpa de café catimor rojo.

3.1.2. Análisis del color de las harinas

En la tabla 5 se presentan los resultados de las características del color de las harinas de trigo, pulpa de café bourbon amarillo y pulpa de café catimor rojo. Los resultados se muestran en el anexo 3.

Tabla 5*Características del color de las harinas de trigo y pulpa de café*

Valores	HT	HPCA	HPCR
L*	92.55 ± 0.11 ^a	68.62 ± 0.80 ^b	56.08 ± 0.94 ^c
a*	-0.89 ± 0.03 ^c	2.02 ± 0.27 ^b	10.45 ± 0.15 ^a
b*	9.29 ± 0.11 ^c	31.45 ± 0.40 ^a	17.71 ± 0.10 ^b

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 6). HT = Harina de trigo, HPCA = Harina de pulpa de café bourbon amarillo y HPCR = Harina de pulpa de café catimor rojo.

3.1.3. Contenido de minerales en las harinas

En la tabla 6 se presentan los resultados del contenido de minerales en las harinas de pulpa de café bourbon amarillo y pulpa de café catimor rojo. Los resultados del laboratorio se muestran en el anexo 4.

Tabla 6*Contenido de minerales en harinas de pulpa de café*

Minerales	HPCA	HPCR
Calcio (%)	0.0951 ± 0.0032 ^a	0.0976 ± 0.0005 ^a
Magnesio (%)	0.01284 ± 1.14E-05 ^a	0.01286 ± 1.14E-05 ^a
Potasio (%)	2.8034 ± 0.0421 ^a	2.5613 ± 0.0195 ^b
Sodio (%)	1.2646 ± 0.0097 ^a	1.1469 ± 0.0263 ^a
Cobre (ppm)	8.58 ± 0.08 ^b	9.14 ± 0.03 ^a
Zinc (ppm)	21.97 ± 2.13 ^a	16.00 ± 0.93 ^b
Manganeso (ppm)	27.65 ± 0.13 ^a	4.40 ± 0.03 ^a
Hierro (ppm)	45.50 ± 0.49 ^b	110.46 ± 0.49 ^a

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 5). HPCA = Harina de pulpa de café bourbon amarillo y HPCR = Harina de pulpa de café catimor rojo.

3.2. ANÁLISIS DE LAS GALLETAS

3.2.1. Características físicas de las galletas dulces

En la tabla 7 se presentan los resultados del peso, diámetro y altura de las galletas dulces elaboradas con harinas de pulpa de café bourbon amarillo y pulpa de café catimor rojo. Los resultados se muestran en el anexo 5.

Tabla 7

Análisis de peso, diámetro y altura de las galletas dulces con harina de pulpa de café

	T0	T1	T2	T3	T4
Peso (g)	6.80 ± 0.43 ^a	6.20 ± 0.52 ^a	6.48 ± 0.51 ^a	6.55 ± 0.60 ^a	6.48 ± 0.76 ^a
Diámetro (mm)	47.14 ± 1.07 ^a	46.36 ± 1.54 ^a	46.07 ± 1.44 ^a	47.04 ± 1.27 ^a	46.13 ± 0.74 ^a
Altura (mm)	5.06 ± 0.45 ^a	5.13 ± 0.40 ^a	5.15 ± 0.46 ^a	4.85 ± 0.39 ^a	4.94 ± 0.51 ^a

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 15). T0 = Testigo (100 % HT), T1 = 20 % HPCA, T2 = 25 % HPCA, T3 = 20 % HPCR y T4 = 25 % HPCR.

3.2.2. Características fisicoquímicas de las galletas dulces

En la tabla 8 se presentan los resultados del pH y la acidez de las galletas dulces elaboradas con harinas pulpa de café bourbon amarillo y pulpa de café catimor rojo. Los resultados del laboratorio se muestran en el anexo 6.

Tabla 8*Análisis de pH y acidez de las galletas dulces con harina de pulpa de café*

	T0	T1	T2	T3	T4
pH	6.41 ± 0.11 ^a	5.94 ± 0.02 ^b	5.86 ± 0.03 ^b	5.85 ± 0.15 ^b	5.75 ± 0.09 ^b
Acidez (%) (ácido sulfúrico)	0.076 ± 0.002 ^b	0.094 ± 0.0101 ^a	0.097 ± 0.001 ^a	0.096 ± 0.003 ^a	0.098 ± 0.05 ^a

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 3). T0 = Testigo (100 % HT), T1 = 20 % HPCA, T2 = 25 % HPCA, T3 = 20 % HPCR y T4 = 25 % HPCR.

3.2.3. Análisis del color de las galletas dulces

En la tabla 9 se presentan los resultados del color de las galletas dulces elaboradas con harinas pulpa de café bourbon amarillo y pulpa de café catimor rojo. Los resultados se muestran en el anexo 7.

Tabla 9*Características del color de las galletas dulces con harina de pulpa de café*

Valores	T0	T1	T2	T3	T4
L*	75.79 ± 1.34 ^a	57.81 ± 1.38 ^b	57.47 ± 1.05 ^b	52.61 ± 1.55 ^c	50.82 ± 1.95 ^c
a*	1.92 ± 0.48 ^c	8.17 ± 0.48 ^b	8.37 ± 0.90 ^b	9.27 ± 0.47 ^a	9.68 ± 0.47 ^a
b*	27.99 ± 0.56 ^b	29.33 ± 0.71 ^a	30.19 ± 0.57 ^a	20.11 ± 1.03 ^c	19.68 ± 0.89 ^c

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 6). T0 = Testigo (100 % HT), T1 = 20 % HPCA, T2 = 25 % HPCA, T3 = 20 % HPCR y T4 = 25 % HPCR.

3.2.4. Análisis de textura de las galletas dulces

En la tabla 10 se presentan los resultados de las características texturales de las galletas dulces elaboradas con harinas pulpa de café bourbon amarillo y pulpa de café catimor rojo. Los resultados se muestran en el anexo 8.

Tabla 10

Características texturales de las galletas dulces con harina de pulpa de café

Características	T0	T1	T2	T3	T4
Dureza (N)	26.13 ± 5.28 ^a	22.55 ± 4.17 ^a	21.56 ± 4.29 ^{ab}	15.75 ± 2.63 ^b	15.21 ± 2.19 ^b
Fracturabilidad (N)	24.80 ± 5.60 ^a	22.55 ± 4.17 ^{ab}	16.57 ± 3.10 ^{bc}	15.21 ± 2.63 ^c	15.22 ± 2.57 ^c

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 6). T0 = Testigo (100 % HT), T1 = 20 % HPCA, T2 = 25 % HPCA, T3 = 20 % HPCR y T4 = 25 % HPCR.

3.2.5. Análisis sensorial de las galletas dulces

En la tabla 11 se presentan los resultados de la evaluación sensorial de las galletas dulces elaboradas con harinas pulpa de café bourbon amarillo y pulpa de café catimor rojo. Los resultados se muestran en el anexo 9.

Tabla 11

Análisis sensoriales de las galletas dulces con harina de pulpa de café

Atributos	T0	T1	T2	T3	T4
Aroma	5.35 ± 1.04 ^a	5.50 ± 1.00 ^a	5.35 ± 0.81 ^{ab}	5.85 ± 0.67 ^a	4.95 ± 0.76 ^b
Color	5.10 ± 1.48 ^b	6.10 ± 0.79 ^a	5.80 ± 0.83 ^a	5.30 ± 0.86 ^{ab}	4.95 ± 0.69 ^b
Sabor	5.95 ± 1.05 ^a	6.00 ± 0.65 ^a	5.30 ± 0.98 ^{ab}	5.70 ± 0.73 ^a	4.90 ± 0.79 ^b
Textura	5.65 ± 0.93 ^a	5.95 ± 0.69 ^a	5.65 ± 0.75 ^a	5.85 ± 0.59 ^a	5.60 ± 0.68 ^a
Aceptabilidad	5.50 ± 1.15 ^a	6.00 ± 0.73 ^a	5.35 ± 1.14 ^{ab}	5.75 ± 0.55 ^a	5.15 ± 0.75 ^b

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 20). T0 = Testigo (100 % HT), T1 = 20 % HPCA, T2 = 25 % HPCA, T3 = 20 % HPCR y T4 = 25 % HPCR.

En la figura 4 se presentan los puntajes promedios alcanzados por las galletas dulces de los tratamientos en estudio.

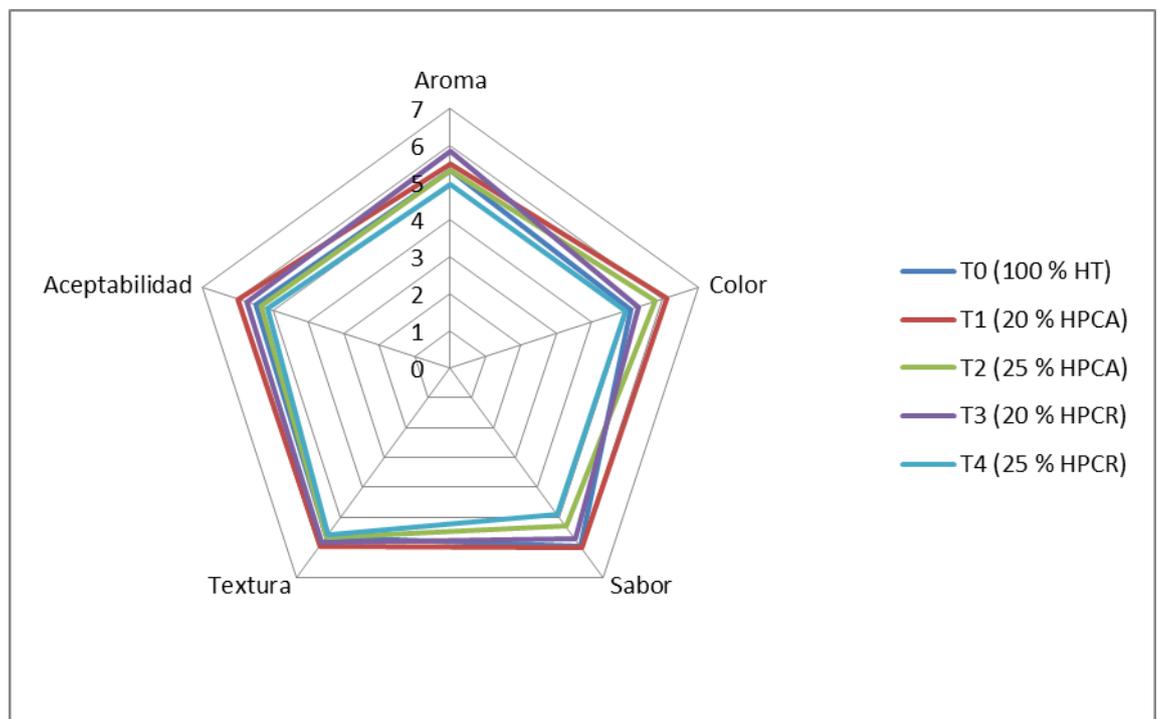


Figura 4. Calificación sensorial de las galletas dulces con harina de pulpa de café

3.2.6. Contenido de minerales en las galletas dulces

En la tabla 12 se presentan los resultados del contenido de minerales en las galletas dulces elaboradas con harinas pulpa de café bourbon amarillo y pulpa de café catimor rojo. Los resultados del laboratorio se muestran en el anexo 10.

Tabla 12

Contenido de minerales en galletas dulces con harina de pulpa de café

Minerales	T0	T1	T3
Calcio (%)	0.1501 ± 0.0034 ^b	0.1663 ± 0.0040 ^{ab}	0.1664 ± 0.0061 ^a
Magnesio (%)	0.00972 ± 1.82E-05 ^a	0.01327 ± 1.58E-05 ^a	0.01291 ± 2.05E-05 ^b
Potasio (%)	0.0560 ± 0.0023 ^a	0.2604 ± 0.0024 ^b	1.3721 ± 0.0756 ^a
Sodio (%)	0.6979 ± 0.0043 ^a	0.9688 ± 0.0093 ^a	0.8219 ± 0.0051 ^b
Cobre (ppm)	1.87 ± 0.07 ^c	7.29 ± 0.05 ^a	5.68 ± 0.06 ^b
Zinc (ppm)	7.15 ± 1.09 ^c	12.74 ± 0.28 ^a	8.64 ± 0.42 ^b
Manganeso (ppm)	4.66 ± 0.04 ^a	10.62 ± 0.03 ^a	5.54 ± 0.02 ^b
Hierro (ppm)	22.47 ± 0.29 ^c	59.51 ± 0.29 ^b	148.54 ± 12.02 ^a

Promedios con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (n = 5). T0 = Testigo (100 % HT), T1 = 20 % HPCA y T3 = 20 % HPCR.

IV. DISCUSIÓN

4.1. DEL ANÁLISIS DE LAS HARINAS

4.1.1. Del análisis fisicoquímico de las harinas

Respecto al pH, el análisis estadístico reporta que existen diferencias significativas entre la harina de trigo y las harinas de pulpas de café, también existe diferencias entre las harinas de pulpa de café bourbon y catimor. La harina de trigo tuvo un pH de 6.11 muy por encima a los valores de 5.22 y 5.34 de harina de café bourbon y catimor respectivamente. Al respecto, **Medina y Pagano (2003)** indican que el pH, está determinado por la concentración de iones hidrógenos, si el pH es bajo (menos de 7 hasta 1) significa que hay muchos protones libres; según nuestros resultados existen menos protones libres en la harina de trigo que en las harinas de pulpa de café. De acuerdo a la tabla 4, la harina de trigo utilizada en la investigación tuvo un pH de 6.11, este valor se encuentra en el rango de alimentos de baja acidez con $\text{pH} \geq 4,6$ (**Cheftel, et al., 1999**).

En cuanto al contenido de acidez, el análisis estadístico reporta que no existe diferencia significativa entre las harinas de pulpas de café pero si con respecto a la harina de trigo, siendo mayor la acidez en las harinas de café catimor rojo (0.978 %) y café bourbon amarillo (0.964 %) y la harina de trigo 0.069 % (expresada en ácido sulfúrico). Según **Fichas técnicas de alimentos (2014)** indican que la acidez de la harina de trigo expresada en ácido sulfúrico debe tener un valor máximo de 0,15 %, la harina de trigo utilizada cumple con este requisito. De igual

modo, la acidez fue de 0,069 %, este valor se encuentra dentro del límite establecido por la **NTP 205.027 (1986)**, para harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial, cuyos límites máximos de acidez en las harinas consideradas en la norma son: especial 0,10 %, extra 0,15 %, popular 0,16 %, semi-integral 0,18 % e integral 0,22 %.

4.1.2. Del análisis del color de las harinas

De acuerdo a la tabla 5, se observa que, las tres harinas evaluadas presentan características del espectro CIE $L^* a^* b^*$, diferentes ($P < 0,05$); la harina de trigo ($L^* = 92,55$) es más blanco que las harinas de pulpa de café bourbon amarillo ($L^* = 68,62$) y de café catimor rojo ($L^* = 56,08$), siendo este último más oscuro. Sin embargo, las harinas de pulpa de café obtenido en la investigación ($L^* = 68,62$ y $56,08$) fue menos oscuro que la harina de cáscara de plátano variedad Cavendish ($L^* = 40,88$) reportando por **Alkarkhi, et al., (2010)**, tratado con una solución de ácido cítrico al 0,5% (p/v) para reducir el pardeamiento enzimático; en la investigación se utilizó, metabisulfito de sodio al 0,20 %, los que tuvo un mejor efecto en la inhibición del pardeamiento enzimático.

En cuanto al valor de a^* , existen diferencias significativas entre las tres harinas evaluadas ($P < 0,05$); observándose que las harinas de pulpa de café catimor rojo ($a^* = 10,45$) y bourbon amarillo ($a^* = 2,02$) tienen tendencia hacia el rojo, mientras que la harina de trigo muestra una ligera tendencia hacia el verde ($a^* = -0,89$). La tendencia hacia el rojo de las harinas de pulpa de café también ha sido

observada en harina de cáscara de plátano reportado por **Alkarkhi, et al., (2010)**, en plátano variedad Cavendish ($a^* = 5,20$),

En cuanto al valor de b^* , también se observa diferencias significativas ($P < 0,05$) entre harinas. Todas las harinas evaluadas muestran tendencia hacia el amarillo, siendo mayor esta tendencia en la harina de café bourbon ($b^* = 31,45$), seguido del catimor ($b^* = 17,71$) y harina de trigo ($b^* = 9,29$). Esta tendencia hacia el amarillo también han sido reportados en harina de cáscara de plátano ($b^* = 23,27$) (**Alkarkhi, et al., 2010**), y **Türker et al., (2016)**, ($b^* = 22,49$) en harina de cáscara de plátano variedad Cavendish; ya que en las dos investigaciones; esto se explica, al oxidarse las clorofilas durante el secado se hacen visibles los carotenos y las antocianinas, que son pigmentos naturales de la cáscara del plátano; como reportan **Blasco y Gómez (2014)**, **Catalan, (2016)**, **García, et al., (2016)**, **Pazmiño, et al., (2001)** y **Alzate, et al., (2011)**. Similar comportamiento se observa en la harina de pulpa de café.

4.1.3. Del contenido de minerales en las harinas

De acuerdo a la tabla 6, se observa que no existe diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las harinas de pulpa de café bourbon amarillo y catimor rojo; en cuanto al contenido de calcio, magnesio, sodio y manganeso, pero si existen diferencias ($P < 0,05$) en cuanto al contenido de potasio, cobre, zinc y hierro. La harina de pulpa de café bourbon amarillo tiene mayor contenido de potasio y zinc, mientras que la harina de pulpa de café catimor rojo tiene mayor contenido de cobre y hierro. Al respecto, **Figuroa y Mendoza (2010)** reportan que la pulpa de

café es una buena fuente de potasio (especialmente), magnesio y fósforo. Al comparar con la harina de trigo blanca, las harinas de pulpa de café presentan mayores contenidos de calcio, sodio, potasio, zinc y hierro, en comparación con la harina de trigo reportado por **Moreiras, Carbajal, Cabrera y Cuadrado (2013)**.

Al comparar con harinas de cáscara de otros productos, **Ponce (2018)** reporta que el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, cobre, hierro, zinc y manganeso, fue mayor en la harina de cáscara en comparación con la pulpa de plátano. De igual modo, **Fernandes, et al., (2014)**, afirman que, la cáscara superó a la pulpa en los contenidos promedios de macro y micronutrientes en 15 cultivares de plátano (*Musa spp.*).

4.2. DE LOS ANÁLISIS DE LAS GALLETAS

4.2.1. De los análisis físicos de las galletas

Según la tabla 7, se observa que no existe diferencias significativas ($P > 0.05$) en las características físicas (peso, diámetro y altura) de las galletas dulces evaluadas; lo que demuestra que la sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de café no afecta la forma y sus características de las galletas dulces. Estos resultados son importantes ya que demuestran que los componentes de la harina de pulpa de café no modifican significativamente las características estructurales de la masa y de las galletas una vez horneadas. Estos resultados son similares al reportado por **Murillo (2018)**, quien no encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) en galletas elaboradas con sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de cacao, siendo la galleta testigo la que mantiene el diámetro del molde a diferencia de las otras que tienden a encogerse ligeramente por lo que tienen un diámetro menor.

4.2.2. Del análisis fisicoquímico de las galletas

Las galletas elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café presentan diferencias significativas en los valores de pH de 5.94, 5.86, 5.85 y 5,75 con respecto a la galleta elaborada con 100% harina de trigo (galleta testigo) con pH de 6,41. Los valores de pH se encuentran en el grupo de alimentos de baja acidez o no ácidos (pH de 5,0 – 6,8) indicado por **(Pascual y Zapata, 2010)**, quienes además señalan que un bajo pH limita el crecimiento microbiano, por lo tanto, las galletas elaboradas con harina de pulpa de café tendrá una mejor estabilidad microbiana al tener un pH menor que la galleta con 100 % de harina de trigo.

Según los resultados de acidez, los valores de 0.094, 0.097, 0.096 y 0.098 % expresado en ácido láctico no muestran diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre las galletas elaboradas con sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de café, pero si muestran diferencias ($P < 0,05$) con la galleta testigo con un valor de acidez de 0,076 %; los porcentajes de acidez determinados en las galletas con harina de pulpa de café son superiores a lo determinado en la galleta testigo, sin embargo, se encuentra dentro el límite reportado por **Fichas técnicas de alimentos (2014)** y la norma sanitaria del **MINSA (2010)**, que establecen un valor máximo de 0,10 %.

4.2.3. Del análisis del color de las galletas

En cuanto al color, según la tabla 9, se observa que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las galleta testigo y las elaboradas con harina de pulpa de café. En relación al parámetro L^* la galleta testigo con 100 % harina de trigo fue más clara con un puntaje 75.79, siendo las oscuras las galletas con harina de pulpa de café; las galletas con harina de pulpa de café bourbon amarillo (20 y 25 %) fueron más claras ($L^* = 57.81$ y 57.47), que las obtenidas con harina de pulpa de café catimor rojo con 20 y 25 % que tuvieron valores de L^* de 52.61 y 50.82 respectivamente; observándose que a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución las galletas se hacen más oscuras. Al respecto, **Murillo (2018)**, menciona que, en relación al parámetro L^* la galleta testigo con 100% harina de trigo fue más clara obteniendo un puntaje 80,23 y más oscuras fueron las galletas con sustitución de harina con cáscara de cacao. La disminución de la luminosidad se asemeja a los valores obtenidos por **Rodríguez (2014)** en galletas usando harina de cáscara de papa: harina de papa (30:70) en una sustitución del 25 % con valores de 57,78; de igual modo **Kohajdová, Karovicová, Jurasová y kukurová (2011)** observaron que a mayor sustitución de harina de trigo por harina de fibra de manzana en galletas los valores de L^* van disminuyendo.

En cuanto al parámetro a^* , se observa que existen diferencias significativas ($P < 0.05$), entre tratamientos, observándose en todos los casos un incremento de la tendencias hacia el rojo ($+a^*$), siendo mayor dicha tendencia en las galletas elaboradas con harina de pulpa de café catimor rojo y menor en las galletas con harina de café bourbon amarillo. La galleta testigo tuvo menor tendencia hacia el rojo que las galletas con harina de pulpa de café. Al respecto, **Murillo (2018)**,

menciona que conforme aumenta la sustitución de la harina de trigo los valores de a^* también aumenten. **Pesantes (2014)** en galletas con harina de pulpa de tuna púrpura evidencia también esta tendencia conforme aumenta la sustitución aumenta el matiz.

En los valores de b^* , también se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos; todos positivos muestran una tendencia hacia el amarillo; se incrementan en las galletas con harina de pulpa de café bourbon amarillo y disminuyen con la harina de café catimor rojo; esto indica que la fuerza del color amarillo se incrementa con el bourbon amarillo y disminuye con el catimor rojo. Este valor (b^*) mide la tendencia hacia el color azul ($-b^*$) o amarillo ($+b^*$).

4.2.4. Del análisis de textura de las galletas

En cuanto a los valores de dureza (N) y fracturabilidad (N), en la tabla 10, se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos, se observa que tanto la dureza como la fracturabilidad disminuyen en la medida que se incrementa la sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de café, tornándose ligeramente más suaves. Los valores de dureza de 22.55 a 15.21 N fueron menores al repostado por **Murillo (2018)**, en galletas sustituidas con harina de cáscara de cacao (136,66 y 139,93 N) al 15 %; y mucho menores a los resultados encontrados por **Sanhueza (2007)** en galletas elaboradas con harina de quínoa, harina de quínoa pregelatinizada y nuez molida sin incorporación de harina de trigo, con un nivel de dureza de 247,9 N.

4.2.5. Del análisis sensorial de las galletas

La evaluación sensorial es muy importante cuando se trata de diseñar nuevos alimentos, utilizar nuevos insumos o sustituir insumos básicos, ya que de ello, va a depender el éxito y la aceptación del producto por los consumidores. Al respecto **De prada (2011)**, menciona que, el sabor es un atributo muy importante de aceptación, el color hace referencia al aspecto visual que presenta el producto seguida del olor; los cuales son atributos con mayor importancia en una galleta, seguidos de la textura y la apariencia.

En la tabla 11, se presenta el análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial realizada con panelistas semientrenados y se observa que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) en la textura, pero si existen diferencias en los atributos de aroma, color, sabor, y aceptabilidad, entre las muestras de galletas dulces a diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café. También se observa que no existen diferencias entre el testigo (T0) con las muestras con 20 % de sustitución (T1 y T3), pero si existen diferencias con las muestras con 25 % de sustitución (T2 y T4), en aroma, sabor y aceptabilidad, mostrando menor puntaje las muestras con 25 % de sustitución. lo que indica que, cuando se sustituye hasta un 20 % de harina de trigo por harina de pulpa de café en las galletas dulces no modifican significativamente los atributos evaluados, presentando características muy similares; sin embargo, cuando se sustituye un 25 % si afecta significativamente los atributos sensoriales haciendo poco aceptable por los panelistas. Por ello, se consideró los tratamiento T1 y T3 con 20 % de sustitución con harina de pulpa de café bourbon amarillo y catimor rojo

respectivamente, como los mejores tratamientos ya que alcanzaron valores promedios por encima de 5 puntos de la escala hedónica utilizada y corresponde a un calificativo de entre me gusta poco y me gusta. Estos resultados demuestran la factibilidad de uso de la harina de pulpa de café hasta un 20 % de sustitución, sin afectar significativamente las características sensoriales de las galletas dulces.

4.2.6. Del contenido de minerales en las galletas

Según la tabla 12, se observa que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) en el contenido de minerales entre la galleta elaborada con harina de trigo y las elaboradas con sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de café. Observándose que las galletas elaboradas con pulpa de café presentan en alguna medida un mayor contenido de calcio, magnesio, potasio, sodio, cobre, zinc, manganeso y hierro. Al comparar con otros productos horneados, **Ponce (2018)** reporta que los contenidos de fósforo, calcio, magnesio, potasio, sodio, cobre, hierro, zinc y manganeso, se incrementó con la incorporación de la harina de cáscara de plátano; mostrando diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos con 0, 10 y 15 % de sustitución. Este incremento es debido a que la harina de cáscara de plátano utilizado en la sustitución tiene un mayor contenido de minerales que la harina de trigo para pan reportado **por INCAP-OPS (2012)**. Similar incremento ha determinado **Eshak (2016)**, en pan plano egipcio al sustituir la harina de trigo con 0, 5 y 10 % de harina de cáscara de banano.

Los contenidos encontrados en las galletas son de gran importancia; al respecto, **Moreiras, et al., (2013)**, indican que los minerales no suministran energía al

organismo, pero tienen importantes funciones reguladoras además de su función plástica al formar parte de la estructura de muchos tejidos, son constituyentes de los huesos y dientes, controlan la composición de los líquidos extra e intracelulares y forman parte de enzimas y hormonas, moléculas esenciales para la vida.

V. CONCLUSIONES

- La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café influye en el color y textura de las galletas, sin embargo, estos cambios no son significativos hasta un 20 % de sustitución; cuanto al contenido de minerales estos se incrementan en las galletas con harina de pulpa de café.
- Las harinas de pulpa de café bourbon amarillo y catimor rojo presentan mayores contenidos de calcio, sodio, potasio, zinc y hierro, en comparación con la harina de trigo.
- La sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de café no afecta significativamente en las características físicas, pero influye en el color y textura de las galletas. Las galletas con harina de pulpa de café son más oscuras frente a las galletas con harinas de trigo. En cuanto a la textura, las galletas con harina de pulpa de café son menos duras y presentan menor fracturabilidad que el testigo.
- El contenido de minerales en alguna medida se incrementa en las galletas dulces elaboradas con sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de café, el cual es un aporte significativo ya que los minerales cumplen importantes funciones en el organismo humano.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones para evaluar el contenido de minerales en harinas de pulpa de las variedades de café que se producen en Selva Central.
- Investigar otros procesos de aplicación de la pulpa de café en alimentos para consumo humano.
- Analizar metales pesados contaminantes en la pulpa de café como el cadmio y plomo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, D., Martínez, R., Muñoz, J., Torres, M., y Vargas, G. (2010). Residuos de café, cacao y cladodio de tuna: Fuentes promisorias de fibra dietaria. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, 23(2), 63-69.
- Abdullah, M. Z., Guan, L. C., Lim, K. C., & Karim, a. a. (2004). The applications of computer vision system and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering*, 61(1), 125–135. doi:10.1016/S0260-8774(03)00194-8
- Alkarkhi, A. F. M., Ramli, S. B., Yong, Y. S., & Easa Azhar Mat. 2010. Physicochemical properties of banana peel flour as influenced by variety and stage of ripeness: multivariate statistical analysis. *As. J. Food Ag-Ind.* 3(03), 349-362.
- Alzate, T. L. M., Jimenez, C. C., y Londoño, L. J. (2011). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para mejorar la calidad sensorial y nutricional de productos avícolas. *Producción + Limpia*, 6(1), 108-127.
- ANACAFE (Asociación Nacional del Café). (s.f.). *El beneficiado húmedo*. Recuperado de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_BeneficiadoHumedo#Despulpado_del_fruto
- ANACAFE (Asociación Nacional del Café). (s.f.). *Los subproductos del café*. Recuperado de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/BeneficioHumedo_Subproductos

- Anzaldúa, M. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. 1ª Edición. Zaragoza. España: Acribia.
- AOAC. (Official Method of Analysis). (2005). (17th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C., USA.
- Badui, D. S. (2006). *Química de los alimentos*. México. Pearson Educación.
- Cabeza, R. S. (2009). *Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas*. Tesis de maestría. Universidad de Burgos. España.
- Carbajal, A. A. (s.f.). Manual de nutrición y dietética. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-10-minerales.pdf>
- Castañeda, W. (2005). Color. Manizales. Recuperado de <http://gbs.libreriadela.com/index.php?isbn=9789588231167>
- Cheftel, J. C., Cheftel, H. y Besancon, P. (1999). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza. Acribia. V-I.
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio*, 13(25), 145–152.
- De Prada, G. (2011). *Desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (INIAP ALEGRIA y SANGORACHE) para panificación* (Tesis). Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ecuador.
- El colombiano. (2012). Antioqueños convierten la cáscara y pulpa de café en miel y harina. Diario de Colombia. Recuperado de http://www.elcolombiano.com/historico/antioquenos_convierten_la_cascara_y_pulpa_de_cafe_en_miel_y_harina-LVEC_186863

- Eshak, N. S. (2016). Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber. *Annals of Agricultural Science*, 61(2), 229–235.
- Fajardo, C. S. y Criollo M. P. (2010). *Valor nutritivo y funcional de la harina de amaranto (amaranthus hybridus) en la preparación de galletas* (Tesis de grado). Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Fernandes, A. C., Chamhum, L. C., Lopes de Siqueira, D., Roberto, C. P. e Rocha, S. M. (2014). Teores de minerais em polpas e cascas de frutos de cultivares de bananeira. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 49(7), 546-553.
- Fichas técnicas de alimentos. (2014). Del servicio alimentario del programa nacional de alimentación escolar Qali Warma. Lima. Perú.
- Figuroa, J. G. y Mendoza, J. (2010). Cuantificación de minerales K, Ca, Mg y P en pulpa y pergamino de café (*Coffea arabica* L. var. Typica). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 221-230.
- García, P. A. (s.f.). Dietética y nutrición: Los minerales I. Educaguía. Recuperado de <http://www.educaguia.com/biblioteca/apuntesde/nutricion/MINERALES/MINERALES1.pdf>
- Gestión. (2016). Industria molinera Peruana demanda anualmente dos millones de TM de trigo. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/industria-molinera-peruana-demanda-anualmente-dos-millones-tm-trigo-2158266>.
- INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANANÁ (INACP)/ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS).

- (2012). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Guatemala. Serviprensa SA.
- INIAP – Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias. (1993). Manual del cultivo del café. Estación experimental tropical pichilingue. Quevedo, Ecuador.
- Infocafes (s.f.). Producción de café en el Perú. Recuperado de <http://infocafes.com/portal/infocafes/produccion-de-cafe-en-peru/>
- Jiménez, M. M. (2015). *Evaluación del efecto de diferentes niveles de suero de leche y el tiempo de fermentación en los indicadores fermentativos de la pulpa de café para uso en la alimentación de rumiantes* (Tesis de grado). Universidad Nacional De Loja, Loja Ecuador.
- Joachin, G. V. y Bressani, R. (2008). Concentración, caracterización funcional y utilización en pan francés de la fibra dietética total de la pulpa de café (*Coffea arabica*). Rev. 19. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
- Kohajdová, Z., Karovicová, J., Jurasová, M., kukurová, C. (2011). Effect of the addition of commercial apple fibre powder on the baking and sensory properties of cookies. *Acta Chimica Slova*. Vol. 4. N° 2. 88 – 97. Bratislava. Slovakia.
- La Republica. (2012). El primer productor de café en Perú es Junín. *Diario La República*. Recuperado de <http://larepublica.pe/archivo/654022-el-primer-productor-de-cafe-en-peru-es-junin>
- López, A. T., Reyes, V. M., Rodríguez, H. R y Aguilar, G. C. (2011). La pulpa de café, un residuo fuente de antioxidantes polifenólicos. *Revista Cienciacierta*. N° 25. Universidad autónoma de Coahuila. Recuperado de

<http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC25/1pulpa.html>

- Medina B. M. y Pagano G. F. (2003). Caracterización de la pulpa de gayaba (*Psidium guajava* L.) tipo “criolla roja”. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 20. Universidad Central de Venezuela. Venezuela.
- Ministerio de Salud [MINSA] (2010). Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. RM N° 1020-2010/MINSA. Lima Perú.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L. y Cuadrado, C. (2013). *Tabla de composición de alimentos*. Madrid España. Ediciones Pirámide.
- Murillo, S. M. (2018). *Características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos de galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)* (Tesis doctoral). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima Perú.
- Noriega, S. A., Silva, A. R. y García, de S. M. (2009). Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Rev. Zootecnia tropical*, 27(2), 135-141.
- Norma Técnica Peruana [NTP] (1986). Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial. NTP 205.027.
- Novoa, D. F., y Ramírez N. J. S. (2012). Caracterización colorimétrica del manjar blanco del Valle. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 54–61.
- Pascual, C. G. y Zapata, H. J. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.),

- usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *Rev. Soc. Quím. Perú*, 76(4), 377-388.
- Pazmiño, E. A., Giusti, M. M., Wrolstad, R. E., & Gloria, B. A. (2001). Anthocyanins from banana bracts (*Musa x paradisiaca*) as potential foods colorants. *Food Chemistry* 73(3), 327 - 332.
- Pesantes, L. A. (2014). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de pulpa de tuna púrpura (Opuntia ficusindica) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces* (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.
- Pimentel, R. L. (2015). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de brácteas de alcachofa (Cynara scolymus) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces* (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.
- Ponce, F. C. (2018). *Características fisicoquímicas, sensoriales y bioactivas del pan de trigo sustituido parcialmente con harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.)* (Tesis doctoral). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima Perú.
- Rathinavelu R. y Graziosi G. (2005). *Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café*. ICS – UNIDO. Organización Internacional del café. Universidad de Trieste. Italia.
- Rodríguez, E. (2014). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa (*Solanu tuberosu pps*) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general*

- en galletas dulces* (Tesis). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.
- Rodríguez, V. N. (2013). Producción de alcohol a partir de la pulpa de café. *Revista Cenicafe* 64(2), 78-93.
- Rodríguez, V. N.; Zambrano, F. D. A. y Ramírez G. C. A. (2013). Manejo y disposición de los subproductos y de las aguas residuales del beneficio del café. In: Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Chinchiná, CENICAFÉ, Vol. 3.
- Salinas F. y Daza P. (2002). Manual del SAS. Diseños experimentales por computadora. *Departamento de Estadística e Informática*. UNALM. Lima Perú.
- Sánchez H. y Reyes C. (2002). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria. Lima.
- Sanhueza, P. (2007). *Desarrollo de galletón de quínoa (Chenopodium quinoa Willd) con nuez* (Tesis). Universidad de Chile. Chile.
- Suárez, J. M. (2012). *Aprovechamiento de los residuos sólidos provenientes del beneficio del café, en el municipio de Betania Antioquia: usos y aplicaciones* (Tesis de Grado). Corporación Universitaria Lasallista. Caldas. Antioquía.
- Temis-Perez, A. L.; López-Malo, V. A. y Sosa-Morales, M. E. (2011). Producción de café (*Coffea arabica* L.): cultivo, beneficio, plagas y enfermedades. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 5 – 2: 54-78. Recuperado de [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TSIA-5\(2\)-Temis-Perez-et-al-2011.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TSIA-5(2)-Temis-Perez-et-al-2011.pdf)

- Torres, G. J. D.; Torres, G. R.; Acevedo, C. D. y Gallo-García, L. A. (2015). Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *Revista Vector* 10: 14 – 25.
- Traba, M. J. (2012). La pulpa de café: consideraciones para su aprovechamiento biotecnológico. Recuperado de [http://www.monografias.com/trabajos94/pulpa-cafe-consideraciones-su-
aprovechamiento-biotecnologico/pulpa-cafe-consideraciones-su-
aprovechamiento-biotecnologico.shtml](http://www.monografias.com/trabajos94/pulpa-cafe-consideraciones-su-aprovechamiento-biotecnologico/pulpa-cafe-consideraciones-su-aprovechamiento-biotecnologico.shtml).
- Türker, B., Savlak, N., Berkel, K. M. (2016). Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. *Curr. Res.Nutr Food Sci Jour.*, 4(2), 197-204.
- Valenzuela, M. 2010. Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de un jarabe de sacarosa con pulpa de café saborizado (*Coffea arabica*). Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.
- Vásquez, R. A. M. (2015). *Estimación de las coordenadas CIEL*a*b* en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales* (Tesis de maestría). Palmira, Colombia.
- Vivanco, F. F. (2016). *Estudio de digestibilidad in vitro de cuatro raciones a base de pulpa de café fermentada, para la alimentación de ovinos* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Vivas, A. O. Y. (2009). *Perfil descriptivo cuantitativo y de textura de productos elaborados con harinas de leguminosas fermentadas* (Tesis de Maestría). Universidad Simón Bolívar. Venezuela.

Wu, D., & Sun, D. W. (2013). Colour measurements by computer vision for food quality control – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 29(1), 5–20. doi:10.1016/j.tifs.2012.08.004.

ANEXOS

ANEXO 1.

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre:.....

Fecha:..... Hora:.....

Producto: Galletas elaboradas mediante sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de café.

A continuación se presentan cinco muestras de galletas, evalúe cada muestra y coloque el puntaje (de 1 al 7) que mejor describa su calificación en cada atributo (olor, color, sabor, textura y aceptación).

Atributos	Muestras				
	245	531	672	384	198
Olor					
Color					
Sabor					
Textura					
Aceptación					

Calificación	Puntaje
Me gusta mucho	7
Me gusta	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

OBSERVACIONES:.....

...
.....
.
.....
.....
.
.....
.
.....
.

Gracias por su colaboración

Anexo 2. Datos de pH y acidez de las harinas de trigo y pulpa de café

Datos de pH:

	HT	HPCA	HPCR
	6.14	5.22	5.33
	6.09	5.23	5.36
	6.10	5.22	5.34
Total	18.33	15.67	16.03
Promedio	6.11	5.22	5.34

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	2	1.3884	0.6942	2154.34	5.14	*	2.68909E-09
Error	6	0.0019	0.0003				
Total	8	1.3903					

CV= 0,32%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para pH de las harinas

Harinas	Promedio	Sig.
HT	6.11	a
HPCR	5.34	b
HPCA	5.22	c

Datos de acidez:

	HT	HPCA	HPCR
	0.074	0.956	0.98
	0.069	0.956	0.980
	0.064	0.980	0.975
Total	0.207	2.892	2.935
Promedio	0.069	0.964	0.978

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	2	1.6281	0.8141	10838.06	5.14	*	2.1191E-11
Error	6	0.0005	0.0001				
Total	8	1.6286					

CV= 1.29%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para acidez de las harinas

Harinas	Promedio	Sig.
HPCR	0,978	a
HPCA	0,964	a
HP	0,069	b

Anexo 3. Datos de color de las harinas de trigo y pulpa de café

Valor de L*:

Repet.	HT	HPCA	HPCR
1	92.70	68.88	54.42
2	92.48	68.49	56.15
3	92.61	67.66	55.76
4	92.63	69.29	56.30
5	92.39	67.77	56.71
6	92.49	69.64	57.12
Total	555.30	411.73	336.46
Promedio	92.55	68.62	56.08

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	2	4120.6065	2060.30326	4023.93	3.68	*	3.32673E-21
Error	15	7.6802	0.5120				
Total	17	4128.2867					

CV= 0.99 %

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para valor de L* de las harinas

Harinas	Promedios	Sig.
HT	92.55	a
HPCA	68.62	b
HPCR	56.08	c

Valor de a*:

Repet.	HT	HPCA	HPCR
1	-0.90	1.98	10.70
2	-0.86	2.06	10.46
3	-0.87	2.32	10.56
4	-0.94	1.88	10.33
5	-0.87	2.30	10.34
6	-0.91	1.59	10.33
Total	-5.35	12.13	62.72
Promedio	-0.89	2.02	10.45

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	2	416.5750	208.287484	6304.81	3.68	*	1.15225E-22
Error	15	0.4955	0.0330				
Total	17	417.0705					

CV= 4.71%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para valor de a* de las harinas

Harinas	Promedios	Sig.
HPCR	10.45	a
HPCA	2.02	b
HT	-0.89	c

Valor de b*:

Repet.	HT	HPCA	HPCR
1	9.26	31.99	17.67
2	9.42	31.45	17.66
3	9.14	30.84	17.65
4	9.21	31.79	17.61
5	9.41	31.32	17.84
6	9.30	31.34	17.82
Total	55.73	188.72	106.24
Promedio	9.29	31.45	17.71

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	2	1502.3146	751.157299	12266.03	3.68	*	7.86483E-25
Error	15	0.9186	0.0612				
Total	17	1503.2332					

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para valor de b* de las harinas

Harinas	Promedios	Sig.
HPCA	31.45	a
HPCR	17.71	b
HT	9.29	c

Anexo 4. Datos del contenido de minerales en las harinas

CALCIO (%)

Análisis de varianza

Repet.	HPCA	HPCR	FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value	
1	0.0896	0.0980	Tratam.	1	1.5376E-05	0.0000154	3.01	5.32	ns	0.12079059	
2	0.0960	0.0972									
3	0.0976	0.0982	Error	8	0.000041	5.1025E-06					
4	0.0956	0.0973									
5	0.0966	0.0971	Total	9	0.000056						
Total	0.4754	0.4878	CV= 2.35%								
Promedio	0.0951	0.0976	Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para calcio en las harinas								

Tratam.	Promedios	Sig.
HPCR	0.0976	a
HPCA	0.0951	a

MAGNESIO (%)

Análisis de varianza

Repet.	HPCA	HPCR	FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value	
1	0.01283	0.01284	Tratam.	1	3.6E-10	0.0000000	2.77	5.32	ns	0.1346606	
2	0.01284	0.01285									
3	0.01286	0.01287	Error	8	0.000000	1.3E-10					
4	0.01285	0.01286									
5	0.01284	0.01286	Total	9	0.000000						
Total	0.06422	0.06428	CV= 0.09%								
Promedio	0.01284	0.01286	Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para magnesio en las harinas								

Tratam.	Promedios	Sig.
HPCR	0.01286	a
HPCA	0.01284	a

POTASIO (%)

Análisis de varianza

Repet.	HPCA	HPCR
1	2.7679	2.5647
2	2.8017	2.5562
3	2.7594	2.5309
4	2.8610	2.5817
5	2.8271	2.5731
Total	14.0171	12.8066
Promedio	2.8034	2.5613

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	1	0.146531	0.1465310	136.38	5.32	*	2.6369E-06
Error	8	0.008596	0.0010745				
Total	9	0.155127					

CV= 1.22%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para potasio en las harinas

Tratam.	Promedios	Sig.
HPCR	2.8034	a
HPCA	2.5613	b

SODIO (%)

Análisis de varianza

Repet.	HPCA	HPCR
1	1.2527	1.1850
2	1.2781	1.1258
3	1.2612	1.1427
4	1.2697	1.1342
5	1.2612	1-1342
Total	6.3229	4.5877
Promedio	0.0951	0.0976

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	1	0.3010919	0.3010919	2.28	5.32	ns	0.16919503
Error	8	1.054798	0.13184979				
Total	9	1.355890					

CV= 29.95%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para sodio en las harinas

Tratam.	Promedios	Sig.
HPCR	0.0976	a
HPCA	0.0951	a

COBRE (ppm)

Análisis de varianza

Repet.	HPCA	HPCR	FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
1	8.52	9.09	Tratam.	1	0.78961	0.7896100	209.17	5.32	*	5.1113E-07
2	8.67	9.16	Error	8	0.030200	0.003775				
3	8.48	9.14	Total	9	0.819810					
4	8.57	9.12								
5	8.64	9.18								
Total	42.88	45.69								
Promedio	8.58	9.14								

CV= 0.69%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para cobre en las harinas

Tratam.	Promedios	Sig.
HPCR	9.1380	a
HPCA	8.5760	b

ZINC (ppm)

Análisis de varianza

Repet.	HPCA	HPCR	FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
1	24.38	17.61	Tratam.	1	89.28144	89.2814	33.07	5.32	*	0.00042869
2	22.09	15.74	Error	8	21.59840	2.6998				
3	20.23	15.91	Total	9	110.87984					
4	19.47	15.24								
5	23.70	15.49								
Total	109.87	79.99								
Promedio	21.97	16.00								

CV= 8.65%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para zinc en las harinas

Tratam.	Promedios	Sig.
HPCR	21.97	a
HPCA	16.00	b

MANGANESO (ppm)

Análisis de varianza

Repet.	HPCA	HPCR	FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
1	27.82	4.36	Tratam.	1	1351.87129	1351.8713	143892.63	5.32	*	2.612E-18
2	27.47	4.40	Error	8	0.07516	0.009395				
3	27.58	4.38	Total	9	1351.94645					
4	27.67	4.41								
5	27.72	4.44								
Total	138.26	21.99								
Promedio	27.65	4.40								

CV= 0.60%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para manganeso en las harinas

Tratam.	Promedios	Sig.
HPCR	27.65	a
HPCA	4.40	b

HIERRO (ppm)

Análisis de varianza

Repet.	HPCA	HPCR	FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
1	45.20	110.88	Tratam.	1	10548.8544	10548.8544	44411.55	5.32	*	2.8771E-16
2	45.45	110.38	Error	8	1.90020	0.237525				
3	46.30	110.89	Total	9	10550.75461					
4	45.03	110.46								
5	45.54	109.70								
Total	227.52	552.31								
Promedio	45.50	110.46								

CV= 0.62%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para hierro en las harinas

Tratam.	Promedios	Sig.
HPCR	110.46	a
HPCA	45.50	b

Anexo 5: datos de las características físicas de las galletas dulces

Peso:

Repet	T0	T1	T2	T3	T4
1	6.62	5.92	6.69	7.51	6.01
2	6.72	6.02	6.91	6.05	6.65
3	6.50	6.57	5.97	5.47	6.41
4	7.17	6.24	7.28	6.86	7.35
5	7.54	5.59	6.43	6.93	6.47
6	6.70	5.81	6.94	6.33	6.02
7	7.16	5.57	6.62	6.62	7.02
8	6.09	7.44	6.9	7.25	7.83
9	7.49	6.27	6.82	5.52	5.32
10	7.22	6.33	6.03	7.15	5.49
11	6.24	6.14	6.09	6.08	7.56
12	6.77	5.53	5.7	6.86	7.11
13	6.41	6.05	5.56	6.41	5.82
14	6.66	6.76	6.86	6.89	6.37
15	6.72	6.77	6.45	6.29	5.76
Total	102.01	93.01	97.25	98.22	97.19
Promedio	6.80	6.20	6.48	6.55	6.48

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	4	2.7447	0.6862	2.06	2.50	ns	0.09524421
Error	70	23.3097	0.3330				
Total	74	26.0544					

CV. = 8.87%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para peso de las galletas dulces

Harinas	Promedios	Sig.
T0	6.80	a
T3	6.55	a
T2	6.48	a
T4	6.48	a
T1	6.20	a

Diámetro:

Repet	T0	T1	T2	T3	T4
1	48.41	43.34	45.88	46.93	46.11
2	46.85	45.76	41.78	47.99	46.48
3	48.90	44.97	46.07	44.42	45.74
4	46.45	45.41	47.38	48.02	46.80
5	47.34	45.91	47.60	48.13	45.67
6	47.85	45.21	46.89	47.78	46.81
7	46.90	46.91	46.04	47.69	45.34
8	45.46	47.74	45.79	47.62	46.73
9	47.68	47.50	46.69	48.20	46.64
10	46.71	45.83	47.44	47.41	45.01
11	45.25	48.43	45.79	44.91	45.20
12	46.76	44.50	45.47	44.88	47.55
13	46.45	48.10	45.74	47.25	46.26
14	47.35	48.18	47.49	46.69	45.27
15	48.72	47.64	45.02	47.61	46.32
Total	707.08	695.43	691.07	705.53	691.93
Promedio	47.14	46.36	46.07	47.04	46.13

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0,05)	Sig.	P-value
Tratam.	4	15.3604	3.8401	2.48	2.50	ns	0.05172505
Error	70	108.4115	1.5487				
Total	74	123.7719					

CV. = 2.67%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para diámetro de las galletas dulces

Harinas	Promedios	Sig.
T0	47.14	a
T3	47.04	a
T2	46.36	a
T4	46.13	a
T1	46.07	a

Altura:

Repet	T0	T1	T2	T3	T4
1	4.75	5.63	5.36	5.76	4.62
2	5.15	5.13	5.15	4.63	4.63
3	5.91	5.33	5.59	4.41	4.71
4	5.74	5.20	6.01	5.36	4.55
5	5.36	4.43	4.78	4.89	4.93
6	4.68	4.90	5.53	4.78	5.43
7	5.17	4.89	5.10	4.64	4.25
8	4.61	5.68	5.58	5.23	5.55
9	5.21	4.75	5.05	4.31	4.55
10	5.47	4.45	4.24	4.83	4.86
11	4.80	5.30	5.20	4.44	5.87
12	5.27	5.36	4.56	5.07	5.72
13	4.58	4.94	4.67	4.80	4.28
14	4.34	5.45	5.42	4.99	5.22
15	4.93	5.58	4.99	4.61	4.93
Total	75.97	77.02	77.23	72.75	74.10
Promedio	5.06	5.13	5.15	4.85	4.94

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0,05)	Sig.	P-value
Tratam.	4	1.0006	0.2502	1.27	2.50	ns	0.28858102
Error	70	13.7477	0.1964				
Total	74	14.7484					

CV. = 8.81%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para altura de las galletas dulces

Harinas	Promedios	Sig.
T0	5.15	a
T3	5.13	a
T2	5.06	a
T4	4.94	a
T1	4.85	a

Anexo 6. Datos de pH y acidez de las galletas de trigo y pulpa de café

Datos de pH:

	T0	T1	T2	T3	T4
	6.53	5.92	5.83	5.98	5.85
	6.33	5.94	5.86	5.88	5.68
	6.36	5.96	5.88	5.68	5.72
Total	19.22	17.82	17.57	17.54	17.25
Promedio	6.41	5.94	5.86	5.85	5.75

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft_(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	4	0.8026	0.20065	22.85	3.48	*	5.13404E-05
Error	10	0.0878	0.0088				
Total	14	0.8904					

CV= 1,57%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para pH de las galletas dulces

Harinas	Promedio	Sig.
T0	6.41	a
T1	5.94	b
T2	5.86	b
T3	5.85	b
T4	5.75	b

Datos de acidez:

	T0	T1	T2	T3	T4
	0.074	0.096	0.098	0.098	0.093
	0.076	0.093	0.096	0.093	0.098
	0.078	0.093	0.098	0.098	0.103
Total	0.228	0.282	0.292	0.289	0.294
Promedio	0.076	0.094	0.097	0.096	0.098

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft_(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	4	0.0010	0.0003	30.60	3.48	*	1.3829E-05
Error	10	0.0001	0.0000				
Total	14	0.0011					

CV= 3.14%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para acidez de las galletas dulces

Harinas	Promedio	Sig.
T4	0.098	a
T2	0.097	a
T3	0.096	a
T1	0.094	a
T0	0.076	b

Anexo 7: Datos de color de las galletas dulces

Valor de L*:

Repet.	T0	T1	T2	T3	T4
1	75.80	57.19	57.00	53.04	54.24
2	76.98	57.52	58.92	51.22	50.80
3	75.17	55.76	58.72	52.95	49.46
4	74.34	59.81	56.66	50.45	48.79
5	74.68	58.71	56.85	53.21	49.98
6	77.75	57.87	56.67	54.81	51.61
Total	454.72	346.86	344.81	315.67	304.89
Promedio	75.79	57.81	57.47	52.61	50.82

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	4	2359.6889	589.92221	267.47	2.76	*	4.0101E-20
Error	25	55.1384	2.2055				
Total	29	2414.8273					

CV= 2.52 %

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para valor de L* de las galletas dulces

Harinas	Promedios	Sig.
T0	75.79	a
T1	57.81	b
T2	57.47	b
T3	52.61	c
T4	50.82	c

Valor de a*:

Repet.	T0	T1	T2	T3	T4
1	1.83	7.82	8.14	9.04	8.86
2	1.33	7.88	7.07	9.65	9.41
3	1.67	9.04	7.71	9.81	10.20
4	2.54	7.75	9.51	9.53	9.91
5	2.47	8.26	8.73	8.95	9.87
6	1.70	8.28	9.04	8.62	9.81
Total	11.54	49.03	50.20	55.61	58.07
Promedio	1.92	8.17	8.37	9.27	9.68

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	4	240.9820	60.24551	175.37	2.76	*	6.6884E-18
Error	25	8.5885	0.3435				

Total	29	249.5705					
-------	----	----------	--	--	--	--	--

CV= 7.83%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para valor de a* de las galletas dulces

Harinas	Promedios	Sig.
T4	9.68	a
T3	9.27	a
T2	8.37	b
T1	8.17	b
T0	1.92	c

Valor de b*:

Repet.	T0	T1	T2	T3	T4
1	27.85	28.55	31.01	19.71	18.90
2	28.16	29.28	30.13	21.13	18.25
3	28.09	29.59	29.71	20.80	20.45
4	28.08	30.19	30.79	20.64	20.00
5	27.01	29.94	29.76	20.10	20.22
6	28.73	28.46	29.76	18.27	20.26
Total	167.92	175.99	181.16	120.65	118.07
Promedio	27.99	29.33	30.19	20.11	19.68

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Harinas	4	635.0255	158.75637	263.28	2.76	*	4
Error	25	15.0747	0.6030				25
Total	29	650.1002					29

C.V.= 3.05%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para valor de b* de las galletas dulces

Harinas	Promedios	Sig.
T2	30.19	a
T1	29.33	a
T0	27.99	b
T3	20.11	c
T4	19.68	c

Anexo 8: Datos texturales de las galletas dulces con harina de pulpa de café

Dureza (N):

Repet.	T0	T1	T2	T3	T4
1	31.68	22.08	27.89	19.59	19.18
2	24.07	18.81	16.16	14.24	12.34
3	24.71	17.32	20.67	14.95	15.85
4	33.42	28.91	17.99	13.53	15.67
5	23.07	23.91	24.52	16.77	16.30
6	19.83	24.28	22.10	12.20	15.18
Total	156.78	135.31	129.33	91.28	94.52
Promedio	26.13	22.55	21.56	15.21	15.75

Fracturabilidad (N):

Repet.	T0	T1	T2	T3	T4
1	28.58	22.08	11.75	19.59	19.18
2	24.07	18.81	16.16	14.24	12.34
3	24.71	17.32	16.83	14.95	15.85
4	33.42	28.91	17.99	13.53	12.49
5	18.16	23.91	15.46	16.77	16.30
6	19.83	24.28	21.20	12.20	15.18
Total	148.77	135.31	99.39	91.28	91.34
Promedio	24.80	22.55	16.57	15.21	15.22

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	4	522.9761	130.74402	8.68	2.76	*	0.00015467
Error	25	376.4783	15.0591				
Total	29	899.4544					

CV= 19.17%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para dureza de las galletas dulces

Galletas	Promedios	Sig.
T0	26.13	a
T1	22.55	a
T2	21.56	a b
T4	15.75	b
T3	15.21	b

Análisis de varianza

C.V.= 20.12%

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	4	483.8562	120.96406	8.39	2.76	*	0.00019546
Error	25	360.4337	14.4173				
Total	29	844.2899					

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para fracturabilidad de las galletas dulces

Galletas	Promedios	Sig.
T0	24.80	a
T1	22.55	a b
T2	16.57	b c
T4	15.22	c
T3	15.21	c

Anexo 9: Datos del análisis sensorial de las galletas dulces

Datos de aroma:

Panelistas	TRATAMIENTOS				
	Testigo	Bourbon Amarillo		Catimor rojo	
	T0	T1	T2	T3	T4
1	4	4	6	5	5
2	5	6	6	5	4
3	7	6	5	6	6
4	5	6	5	6	5
5	6	7	6	5	5
6	4	5	5	6	5
7	4	4	5	6	5
8	6	6	5	5	4
9	5	7	5	7	6
10	7	6	5	6	4
11	6	6	5	5	4
12	4	5	4	6	5
13	7	5	5	6	5
14	6	5	5	5	4
15	4	6	5	7	4
16	5	5	6	6	6
17	5	4	4	6	5
18	5	6	7	6	6
19	6	4	6	7	6
20	6	7	7	6	5
Total	107	110	107	117	99
Promedio	5.35	5.50	5.35	5.85	4.95

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft_(0.05)	Sig.	P-Value
Bloque	19	20.40	1.0737	1.59	1.73	ns	0.07967696
Tratamientos	4	8.40	2.1000	3.12	2.49	*	0.01977263
Error	76	51.20	0.6737				
Total	99	80.00					

C.V.= 15.20%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para aroma de las galletas dulces

Comb fact	Tratam	Prom ord	Sig.
a2b1	T3	5.85	a
a1b1	T1	5.50	a
Testigo	T0	5.35	a
a1b2	T2	5.35	a b
a2b2	T4	4.95	b

b1	5.68	a
b2	5.15	b

Datos de color:

Panelistas	TRATAMIENTOS				
	Testigo	Bourbon Amarillo		Catimor rojo	
	T0	T1	T2	T3	T4
1	4	6	5	5	5
2	4	7	5	6	6
3	5	5	6	5	4
4	7	6	6	5	5
5	5	7	7	6	6
6	6	6	7	5	4
7	3	7	7	5	5
8	5	6	6	4	5
9	7	5	5	6	4
10	7	7	6	5	6
11	6	5	5	6	4
12	3	6	5	4	5
13	4	6	5	5	5
14	6	6	6	5	5
15	4	6	5	5	5
16	6	5	7	4	4
17	7	7	7	5	5
18	5	7	6	7	5
19	6	7	5	6	5
20	2	5	5	7	6
Total	102	122	116	106	99
Promedio	5.10	6.10	5.80	5.30	4.95

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft(0.05)	Sig.	P-Value
Bloque	19	21.15	1.1132	1.23	1.73	ns	0.257647609
Tratamientos	4	18.80	4.7000	5.19	2.49	*	0.000943789
Error	76	68.80	0.9053				
Total	99	108.75					

C.V.= 17.46%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para color de las galletas dulces

Comb fact	Tratam	Prom ord	Sig.
a1b1	T1	6.10	a
a1b2	T2	5.80	a
a2b1	T3	5.30	a b
Testigo	T0	5.10	b
a2b2	T4	4.95	b

a1	5.95	a
a2	5.13	b

Datos de sabor:

Panelistas	TRATAMIENTOS				
	Testigo	Bourbon Amarillo		Catimor rojo	
	T0	T1	T2	T3	T4
1	7	6	4	4	4
2	5	6	4	5	6
3	6	6	6	6	4
4	5	5	6	6	4
5	7	6	7	6	6
6	7	7	5	6	5
7	6	6	6	6	6
8	6	6	6	6	5
9	6	5	6	6	4
10	7	6	6	5	5
11	7	6	7	6	5
12	6	5	5	6	5
13	6	6	4	6	5
14	7	6	6	6	5
15	5	6	5	6	4
16	5	7	5	4	6
17	5	6	5	6	4
18	7	7	4	7	4
19	6	7	4	5	6
20	3	5	5	6	5
Total	119	120	106	114	98
Promedio	5.95	6.00	5.30	5.70	4.90

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft(0.05)	Sig.	P-Value
Bloque	19	16.9100	0.8900	1.29	1.73	ns	0.21230585
Tratamientos	4	17.3600	4.3400	6.31	2.49	*	0.00019287
Error	76	52.2400	0.6874				
Total	99	86.5100					

C.V.= 15.20%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para sabor de las galletas dulces

Comb fact	Tratam	Prom ord	Sig.
a1b1	T1	6.00	a
Testigo	T0	5.95	a
a2b1	T3	5.70	a
a1b2	T2	5.30	a b
a2b2	T4	4.90	b

b1	5.85	a
b2	5.10	b

Datos de textura:

Panelistas	TRATAMIENTOS				
	Testigo	Bourbon Amarillo		Catimor rojo	
	T0	T1	T2	T3	T4
1	5	6	6	6	6
2	5	6	6	6	6
3	5	5	6	6	4
4	6	6	7	6	6
5	7	6	5	6	5
6	6	6	6	6	6
7	6	6	6	6	6
8	4	6	6	7	5
9	7	5	5	5	5
10	7	7	7	5	5
11	7	5	5	5	5
12	5	5	6	6	6
13	6	7	4	5	5
14	6	5	6	6	6
15	4	6	6	6	6
16	5	6	5	5	5
17	5	6	5	6	6
18	6	7	5	7	6
19	5	7	5	6	7
20	6	6	6	6	6
Total	113	119	113	117	112
Promedio	5.65	5.95	5.65	5.85	5.60

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft _(0.05)	Sig.	P-Value
Bloque	19	9.6400	0.5074	0.92	1.73	ns	0.55715554
Tratamientos	4	1.8400	0.4600	0.84	2.49	ns	0.50582224
Error	76	41.7600	0.5495				
Total	99	53.2400					

C.V.= 15.20%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para textura de las galletas dulces

Comb fact	Tratam	Prom ord	Sig.
a1b1	T1	5.95	a
a2b1	T3	5.85	a
a1b2	T2	5.65	a
Testigo	T0	5.65	a
a2b2	T4	5.60	a

Datos de aceptabilidad:

Panelistas	TRATAMIENTOS				
	Testigo	Bourbon Amarillo		Catimor rojo	
	T0	T1	T2	T3	T4
1	5	6	4	5	5
2	5	7	5	6	5
3	5	5	6	6	4
4	7	6	7	6	6
5	6	7	7	6	5
6	7	6	6	6	5
7	5	6	6	5	5
8	6	6	6	6	5
9	7	7	6	5	4
10	7	6	6	5	5
11	5	5	5	6	5
12	5	6	4	6	5
13	6	5	6	6	4
14	4	6	5	6	4
15	4	7	4	5	6
16	5	6	5	6	6
17	5	5	3	5	6
18	7	6	7	6	6
19	6	7	4	6	6
20	3	5	5	7	6
Total	110	120	107	115	103
Promedio	5.50	6.00	5.35	5.75	5.15

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft _(0.05)	Sig.	P-Value
Bloque	19	20.7500	1.0921	1.51	1.73	ns	0.10752264
Tratamientos	4	8.9000	2.2250	3.07	2.49	*	0.02124143
Error	76	55.1000	0.7250				
Total	99	84.7500					

C.V.= 15.20%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para aceptabilidad de las galletas dulces

Comb fact	Tratam	Prom ord	Sig.
a1b1	T1	6.00	a
a2b1	T3	5.75	a
Testigo	T0	5.50	a
a1b2	T2	5.35	a b
a2b2	T4	5.15	b

b1	5.88	a
b2	5.25	b

Anexo 10: Contenido de minerales en las galletas dulces

CALCIO (%)

Análisis de varianza

Repet.	T0	T1	T3
1	0.1534	0.1608	0.1735
2	0.1485	0.1673	0.1683
3	0.1518	0.1685	0.1609
4	0.1519	0.1709	0.1699
5	0.1449	0.1638	0.1593
Total	0.7505	0.8313	0.8319
Promedio	0.1501	0.1663	0.1664

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	2	0.000877	0.0004385	20.47	3.89	*	0.00013559
Error	12	0.000257	2.142E-05				
Total	14	0.001134					

CV= 2.88%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para calcio de las galletas dulces

Tratam.	Promedios	Sig.
T3	0.1664	a
T1	0.1663	a b
T0	0.1501	b

MAGNESIO (%)

Análisis de varianza

Repet.	T0	T1	T3
1	0.00971	0.01329	0.01288
2	0.00970	0.01326	0.01291
3	0.00970	0.01328	0.01293
4	0.00973	0.01327	0.01293
5	0.00974	0.01325	0.01291
Total	0.04858	0.06635	0.06456
Promedio	0.00972	0.01327	0.01291

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	2	3.8289E-05	0.0000191	57433.74	3.89	*	1.2991E-24
Error	12	0.000000004	3.3333E-10				
Total	14	0.000038					

CV= 0.15%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para magnesio de las galletas dulces

Tratam.	Promedios	Sig.
T1	0.01327	a
T3	0.01291	b
T0	0.00972	c

POTASIO (%)

Repet.	T0	T1	T3
1	0.0525	0.2632	1.4330
2	0.0548	0.2572	1.3466
3	0.0578	0.2592	1.4702
4	0.0570	0.2602	1.3050
5	0.0578	0.2622	1.3059
Total	0.2799	1.302	6.8607
Promedio	0.0560	0.2604	1.3721

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	2	5.0167	2.50836	1313.77	3.89	*	8.8293E-15
Error	12	0.0229	0.00191				
Total	14	5.0396					

CV= 0.52%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para potasio de las galletas dulces

Tratam.	Promedios	Sig.
T3	1.3721	a
T1	0.2604	b
T0	0.0560	c

SODIO (%)

Repet.	T0	T1	T3
1	0.6988	0.9819	0.8161
2	0.6951	0.9721	0.8199
3	0.7040	0.9590	0.8238
4	0.6988	0.9609	0.8200
5	0.6928	0.9700	0.8295
Total	3.4895	4.8439	4.1093
Promedio	0.6979	0.9688	0.8219

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	2	0.1839	0.09194	2131.19	3.89	*	4.8961E-16
Error	12	0.0005	0.00004				
Total	14	0.1844					

CV= 0.05%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para sodio de las galletas dulces

Tratam.	Promedios	Sig.
T1	0.9688	a
T3	0.8219	b
T0	0.6979	c

COBRE (ppm)

Repet.	T0	T1	T3
1	1.80	7.26	5.68
2	1.84	7.35	5.68
3	1.97	7.33	5.75
4	1.91	7.23	5.59
5	1.82	7.26	5.69
Total	9.34	36.43	28.39
Promedio	1.87	7.29	5.68

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	2	77.4275	38.71374	10684.56	3.89	*	3.1254E-20
Error	12	0.0435	0.00362				
Total	14	77.4710					

CV= 0.08%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para cobre de las galletas dulces

Tratam.	Promedios	Sig.
T1	7.29	a
T3	5.68	b
T0	1.87	c

ZINC (ppm)

Repet.	T0	T1	T3
1	6.98	12.26	8.54
2	5.63	12.96	9.21
3	8.63	12.76	8.83
4	7.58	12.86	8.54
5	6.91	12.86	8.07
Total	35.73	63.7	43.19
Promedio	7.15	12.74	8.64

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	2	83.9088	41.95442	87.01	3.89	*	7.2055E-08
Error	12	5.7860	0.48217				
Total	14	89.6948					

CV= 0.49%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para zinc de las galletas dulces

Tratam.	Promedios	Sig.
T1	12.74	a
T3	8.64	b
T0	7.15	c

MANGANESO (ppm)

Repet.	T0	T1	T3
1	4.66	10.62	5.52
2	4.64	10.61	5.55
3	4.72	10.59	5.55
4	4.63	10.63	5.54
5	4.65	10.67	5.52
Total	23.30	53.12	27.68
Promedio	4.66	10.62	5.54

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	2	103.7074	51.85368	65915.69	3.89	*	5.6851E-25
Error	12	0.0094	0.00079				
Total	14	103.7168					

CV= 0.03%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para manganeso de las galletas dulces

Tratam.	Promedios	Sig.
T1	10.62	a
T3	5.54	b
T0	4.66	c

HIERRO (ppm)

Repet.	T0	T1	T3
1	22.68	59.45	164.48
2	22.87	59.97	155.54
3	22.21	59.59	139.58
4	22.40	59.30	148.52
5	22.21	59.23	134.58
Total	112.37	297.54	742.7
Promedio	22.47	59.51	148.54

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0.05)	Sig.	P-value
Tratam.	2	41984.7509	20992.37545	435.12	3.89	*	6.3321E-12
Error	12	578.9354	48.24462				
Total	14	42563.6863					

CV= 0.60%

Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para hierro de las galletas dulces

Tratam.	Promedios	Sig.
T3	148.54	a
T1	59.51	b
T0	22.47	c

Anexo 11: Fotografías de la investigación



Foto 1. Café Bourbon amarillo



Foto 2. Café catimor rojo



Foto 3. Cosecha selectiva del café



Foto 4. Lavado de los cerezos



Foto 5. Acondicionamiento para secado



Foto 6. Secado de la pulpa



Foto 7. Muestras de harinas para análisis



Foto 8. Medición del pH en las harinas



Foto 9. Medición de Acidez en las harinas



Foto 10. Muestras de galletas para análisis



Foto 11. Pesado de insumos para elaborar galletas



Foto 12. Mezclado de los ingredientes



Foto 13. Formado de las galletas



Foto 14. Horneado de las galletas



Foto 15. Horneado de las galletas



Foto 16. Acondicionado para medir color



Foto 17. Medición de color en galletas

Foto 18. Determinación de la textura en galletas